

MATHS PHYSICS & CHEMISTRY FOR MIDDLE SCHOOL STUDENTS (SENIOR HIGH SCHOOL EDITION)

中学生数理化学

全面配合教材，注重求实、创新、博学
精准对焦高考，指点方法、技巧、思路
本期刊蝉联全国优秀科技期刊
河南省一级期刊
中国基础教育知识仓库来源期刊
中国邮政校园核心报刊



扫码关注本刊微信
加入我们的俱乐部



高中版

绿色印刷

2022年

第27、28期 · 总第930、931期

7-8月

“强基”考什么（5）

中国科学技术大学2021年强基计划招生理科类专业校测笔试科目为数学、物理，在2021年6月底进行，时间约有3个半小时，重点考查考生的相关学科基础、逻辑思维能力和运算能力等，数学难度大致在竞赛初赛水平，物理考查的有大学知识。面试主要结合考生的综合素质评价材料和现场表现，考查考生的兴趣志向、学科特长和创新潜力。

上海交通大学2021年强基计划招生校测包括笔试、面试和体质测试，其中笔试科目不计入成绩。笔试科目为数学、物理、化学、生物，由考生根据所报专业任选一科，考试时间为2小时。面试采用三对一模式，考生要先进行自我介绍，再由考官随机提问。面试题目也很新颖，如一题为自我评价一下自己的性格特点，还有一题为解释为什么蜡烛的火焰是向上的。

从学校的要求来看，强基计划招生高考成绩很重要。有兴趣参加强基计划招生的考生，最重要的是首先做好备考复习，高考考出好成绩。然后，在高考后可以搜集往年强基校测试题或咨询参加过强基的考生，进行校测准备。



2022年7—8月
第27、28期·总第930、931期
1981年10月创刊

Zhongxuesheng Shulihua

中学生数理化

(高中版) 高考理化

国际标准连续出版物号:
ISSN 1001-6953
国内统一连续出版物号:
CN 41-1099/O
定 价:12.00元

主管单位:河南教育报刊社
主办单位:河南教育报刊社
出版单位:河南教育报刊社
社 长:唐泽仓
总编辑:张保健

编辑:《中学生数理化》(高中版)编辑部
地址:(450044)郑州市惠济区月湖南路
17号1号楼

主 编:赵 平

副 主 编:刘钟华

责任编辑:谢启刚(0371-66310491)

E-mail:282200380@qq.com

张 巧(0371-66370630)

E-mail:120003292@qq.com

王琼霞(0371-66370630)

E-mail:371157227@qq.com

执行美编:张 衡

投稿-答疑信箱:zxsslh_gags@163.com

电话:0371-66370701

网址:www.shuren100.com

智慧支持:河南省教育学会创新教育专业
委员会

发行单位:中国邮政集团有限公司河南
省报刊发行局

发行范围:国内外公开发售

国内订阅:全国各地邮局

国内发行代号:36-59

国际订阅:中国国际图书贸易集团有限公司

国际发行代号:C1068

自办订阅:河南教育读物发行总社

订阅热线:0371-67129573

发行服务:河南教育报刊社发行部

服务热线:400-659-7019

淘宝网购:



扫描二维码,订阅方便实惠

出版日期:5月1日

印 制:河南文达印刷公司

(450008 郑州市黄河路124号)

(如有印装问题,请寄该公司调换,

反馈电话13838080644)

广告发布登记证:郑惠济市监广发登字

[2019]002号

广告中心(郑州市教之喻文化传播有限

公司):0371-66327883

目次 Contents

物理部分

科学应试与策略

3 理性备战 科学提升 朱元杰

高考命题新动向

7 2022年高考物理命题预测和备考策略 傅明峰

实验探究与展望

13 以一道实验题为例谈力学创新实验题的处理方法

胡朝平

16 电流表与电压表的互用

张 彤

核心考点 AB 卷

19 高考物理模拟试题(七) 黄 琳

23 高考物理模拟试题(八) 蒋守培

经典题突破方法

27 平抛运动与斜面结合问题的剖析 郝占忠

30 例谈动量守恒定律在“滑块—斜(曲)面”模型中的
应用 王惠婷

33 巧用洛伦兹力处理带电粒子在复合场中的运动
应德勇

本 刊 承 诺

一、提高刊物质量:

1. 努力提高作者层次,
坚决杜绝平庸稿。

2. 坚持稿件评审操作流
程,严把稿件质量关。

3. 强化编校质量管理,
精编细校,不出差错。

二、坚持办刊思路:

1. 高一注重核心考点剖析,
强化核心考点训练。

2. 高二注重核心考点剖析,
强化核心考点训练。

3. 高三突出专题,强化命题
分析和演练。

三、强化服务意识:

1. 与作者密切联系,
及时反馈稿件使用情况。

2. 对读者贴心交流,
凡有疑难,及时回复。

3. 对杂志订阅周到服务,
及时邮寄,方便快捷。

37 道是无“圆”却有“圆”

——例谈辅助圆在电磁学、振动、光学中的应用

李红波 聂震萍

创新题追根溯源

41 回旋加速器变式考查赏析 邵永 王成宝

参考答案与提示

44 高考物理模拟试题(七)参考答案与提示

47 高考物理模拟试题(八)参考答案与提示

化学部分

仿真试题演练

50 2022 年高考化学模拟题一 赵玉双

54 2022 年高考化学模拟题二 江已舒

58 2022 年高考化学模拟题三 冯存良

62 2022 年高考化学模拟题四

董顺程波 陈松林 胡长庚

高考真题解读

66 湖南省 2021 年普通高中学业水平选择性考试
化学试题及考查目标分析

郑乐滨 张平 陈炼 侯肖娥

仿真试题演练参考答案

79 2022 年高考化学模拟题一参考答案

84 2022 年高考化学模拟题二参考答案

88 2022 年高考化学模拟题三参考答案

93 2022 年高考化学模拟题四参考答案



封面人物

王惠婷，中共党员，校骨干教师。2014年毕业于南京师范大学，毕业至今一直从事高中物理教学工作。曾在江苏省第三届高中物理实验创新评比中获得二等奖，在校青年教师把握学科能力解题比赛中获得优秀奖，多次被评为“魅力教师”，发表论文多篇。

版权声明

本刊所有文字和图片作品，未经许可，不得转载、摘编。凡投稿本刊，或允许本刊登载的作品，均视为已授权本刊在刊物、增刊、图书上使用，以及许可本刊授权合作网站(中国知网、万方数据库、维普资讯网等)以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬，已包含授权费用。作者投稿给本刊即意味着同意上述约定，如有异议请与本刊签订书面协议。

本社广告中心根据《中华人民共和国广告法》等国家有关法律法规审查及刊登广告，若广告主有超过广告内容的后续行为，均与本刊及广告中心无关。

封面刊名题字：华罗庚

顾问单位：中国数学会 中国物理学会 中国化学会

学术顾问：任子朝 韩家勋 李勇

委员：(按拼音排序)

陈进前 戴儒京 狄振山 高慧明 郭统福 何万龄 黄干生 蒋天林

李伟 李胜荣 李树祥 刘大鸣 孟卫东 施建昌 隋俊礼 王国平

王后雄 王星元 徐汉屏 余永安 袁竞成 张向东 张援 张北春

理性备战

科学提升

■河南省郑州市第十二中学 朱元杰

理性分析,科学应对是快速高效解决问题的关键环节。在临近高考的最后备战阶段,同学们不仅要关注历年高考高频考点的总结,还需要着重培养严谨细致的态度和规范作答的习惯。下面从四个方面阐述备战2022年高考物理学科的方法与策略。

一、研究真题,做到有的放矢

在临近高考的最后备战阶段,同学们可以将基于近五年高考真题分析而形成的双向细目表粘贴在显眼的位置,时刻提醒自己“考情是什么,需要查漏补缺的有什么”,进行富有针对性的专题训练。

以“动量”模块为例,2017年的考试大纲将“动量”这部分知识由选考内容修改为了必考内容,整理近五年高考全国卷理科综合中对“动量”相关知识的考查情况,如表1所示。观察表1可以发现,高考对这部分知识的考查广度、深度和分值都呈逐年上升趋势,试题形式可以是选择题,也可以是实验题,还可以是计算题。同学们的复习备考就应该围绕着这些考查特点展开。

表1

动量				
年份	题号	题型	考点	分值
2017	14	单选题	动量定理	6
2018	24	计算题	动量守恒定律	12
2019	16	单选题	动量定理	6
	25	计算题	动量守恒定律	20
2020	14	单选题	动量定理	6
	23	实验题	验证动量定理	9
2021	14	单选题	动量守恒定律	6
	19	多选题	动量定理	6

二、规范作图,利用图像解题

图像具有直观、形象的特点,多数物理试

题会借助图像描述物理情景或物理过程。同学们在分析解答包含复杂运动过程的试题时,不仅需要读懂题干给出的图像,获取有用信息,还要规范作出符合题意的物体受力分析图、运动过程图或光路图,利用图像厘清解题思路。

例1 (2018年高考全国I卷)如图1所示, abc 是竖直面内的光滑固定轨道, ab 水平,长度为 $2R$; bc 是半径为 R 的四分之一圆弧,与 ab 相切于 b 点。一质量为 m 的小球,始终受到与重力大小相等的水平外力的作用,自 a 点从静止开始向右运动。重力加速度大小为 g ,小球从 a 点开始运动到其轨迹最高点,机械能的增量为()。



图1

- A. $2mgR$ B. $4mgR$
 C. $5mgR$ D. $6mgR$

分析:小球从 a 点开始运动到其轨迹最高点(d 点)的过程不是从 a 点运动到 c 点的过程,作出如图2所示的小球运动过程示意图,可以清晰地观察出问题的实质。

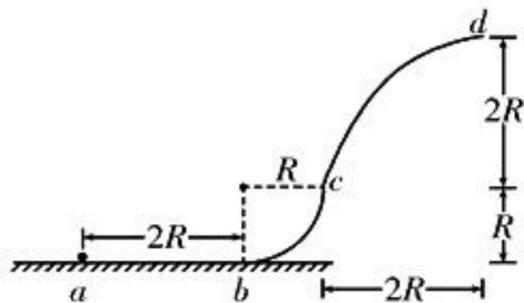


图2

解:小球受到的水平拉力 $F = mg$ 。设小球到达 c 点时的速度为 v , 在小球从 a 点运动到 c 点的过程中, 根据动能定理得 $F \cdot (2R + R)mgR = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $v = \sqrt{4gR}$ 。小球离开 c 点后, 沿竖直方向做竖直上抛运动, 沿水平方向做初速度为零, 加速度大小等于 g 的匀加速直线运动。设小球从 c 点运动到其轨迹最高点所用的时间为 t , 则 $t = \frac{v}{g} =$

$\sqrt{\frac{4R}{g}}$, 在这段时间内小球在水平方向上产生的位移 $x = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g\left(\sqrt{\frac{4R}{g}}\right)^2 = 2R$, 因此, 在小球从 a 点运动到其轨迹最高点的过程中, 在水平方向上产生的位移 $L = 2R + R + x = 5R$, 水平外力做的功 $W = FL = mg \cdot 5R = 5mgR$, 根据能量守恒定律得机械能的增量 $\Delta E = W = 5mgR$ 。

答案:C

点评:本题考查功能关系中的“其他力做功与机械能变化量的关系”。明确小球从 a 点开始运动到其轨迹最高点的过程不是从 a 点运动到 c 点的过程, 并作出小球从 a 点开始运动到其轨迹最高点的运动过程示意图, 是正确求解本题的关键所在。

例 2 (2020 年高考全国 I 卷) 一匀强磁场的磁感应强度大小为 B , 方向垂直于纸面向外, 其边界如图 3 中虚线所示, \widehat{ab} 为半圆, ac 、 bd 与直径 ab 共线, a 、 c 两点间的距离等于半圆的半径。一束质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子, 在纸面内从 c 点垂直于 ac 连线射入磁场, 这些粒子具有各种速率。不计粒子之间的相互作用。在磁场中运动时间最长的粒子的运动时间为()。

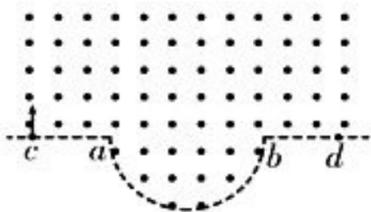


图 3

A. $\frac{7\pi m}{6qB}$

B. $\frac{5\pi m}{4qB}$

C. $\frac{4\pi m}{3qB}$

D. $\frac{3\pi m}{2qB}$

分析:带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动, 周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$, 运动时间 $t = \frac{\theta}{2\pi} \cdot$

$T = \frac{\theta m}{qB}$, 即带电粒子在磁场中的运动轨迹所对的圆心角越大, 运动时间越长。要想求出带电粒子在磁场中的最长运动时间, 则需规范作出带电粒子的运动轨迹示意图。

解:粒子垂直于 ac 连线射入磁场, 它在磁场中做匀速圆周运动的轨迹圆的圆心必在直线 ac 上。将不同速率粒子的运动轨迹半径 r 由 0 逐渐放大, 当 $r \leq \frac{R}{2}$ 和 $r \geq \frac{3R}{2}$ 时, 粒子分别从 c 、 a 两点和 b 、 d 两点之间射出, 粒子在磁场中的运动轨迹为半圆, 运动时间等于半个周期。当 $\frac{R}{2} < r < \frac{3R}{2}$ 时, 粒子从 \widehat{ab} 上

射出, 且随着轨迹半径 r 从 $\frac{R}{2}$ 开始逐渐增大, 粒子的出射位置从 \widehat{ab} 左端向下移动, 粒子运动轨迹所对的圆心角从 π 逐渐增大, 当轨迹半径 $r = R$ 时, 粒子运动轨迹所对的圆心角最大, 轨迹半径 r 继续增大, 粒子运动轨迹所对的圆心角减小。因此当粒子的轨迹半径 $r = R$ 时, 粒子运动轨迹所对的圆心角最大。作出粒子在磁场中的运动轨迹如图 4 所示, 则最大圆心角 $\theta = \pi + \frac{\pi}{3} = \frac{4}{3}\pi$, 最长运动时

$$t = \frac{\theta}{2\pi} \cdot T = \frac{\frac{4}{3}\pi}{2\pi} \cdot \frac{2\pi m}{qB} = \frac{4\pi m}{3qB}。$$

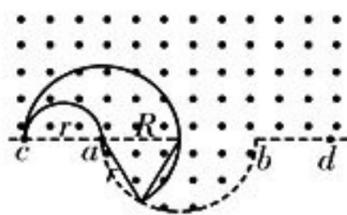


图 4

答案:C

点评:本题考查带电粒子在受边界约束的匀强磁场中的运动。采用放缩圆法, 画出不同速率粒子的运动轨迹, 找到不同轨迹圆的变化规律, 方可找到正确求解的方法。

例 3 (2017 年高考全国 I 卷) 如图 5 所示, 一玻璃工件的上半部是半径为 R 的半球体, O 点为球心; 下半部是半径为 R , 高为 $2R$ 的圆柱体, 圆柱体底面镀有反射膜。有一平行于中心轴 OO' 的光线从半球面射入, 该光线与轴 OO' 之间的距离为 $0.6R$ 。已知最后从半球面射出的光线恰好与入射光线平行(不考虑多次反射)。求该玻璃的折射率。

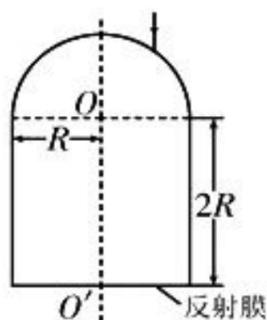


图 5

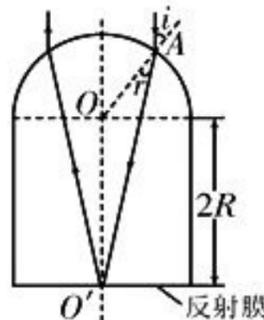


图 6

解析: 根据光路的对称性与可逆性可知, 当出射光线与入射光线平行时, 从半球面射入的光线经折射后, 将在圆柱体底面中心 O' 点反射。作出光路图如图 6 所示, 设光线在半球面处的入射角为 i , 折射角为 r , 则 $\sin i = n \sin r$, 在 $\triangle AOO'$ 中, 根据正弦定理得 $\frac{\sin r}{2R} = \frac{\sin(i-r)}{R}$, 根据几何关系得 $\sin i = \frac{0.6R}{R} = 0.6$, 联立以上各式解得 $n = \sqrt{2.05} = 1.43$ 。

点评: 本题考查的是几何光学。规范作出光路图, 利用几何知识确定入射角和折射角, 结合折射定律即可顺利求解。

三、规范作答, 坚持每日一题

规范作答, 是指完整、清晰地将解题思路以书面形式呈现出来。规范作答的习惯不是一蹴而就的, 需要在平时的训练中逐渐养成。同学们在复习备考时, 可以要求自己每天规范作答一道计算题, 将这每日一题当成高考题对待, 严格按照尺规作图, 明确写出原理式和必要的文字说明, 做到解题过程详略得当, 字迹工整, 卷面整洁。

规范作答要点:

1. 必要的文字说明。对非题设的字母、符号等要有必要的说明, 如书写“设……”“令……”等, 或者画出物理原理分析图、物理

过程示意图, 在图上标出各物理量的符号。对物理关系要有必要的说明和判断, 如书写“两物体速度相等时二者之间的距离最大”“当物体的加速度减小为零时, 物体的速度最大”等。说明方程式的研究对象或者所描述的过程, 如书写“对物体 A”“对由 A、B 两小球组成的系统”“在物体从 A 点运动到 B 点的过程中”“在 t 时刻”。说明作出判断或者所列方程式的根据, 如书写“根据动能定理得……”“根据几何关系得……”等。对原因、结果的补充说明, 如书写“因为……, 所以……”“ $>$ ”“ $<$ ”, 以及说明计算结果中负号的物理意义, 说明矢量的方向等。对于题目所求、所问要有明确的答复。

2. 方程式的书写要规范。要书写用字母表达的方程式, 不要书写掺有数字的方程式; 要书写原始方程式, 不要直接写变形后的方程式, 也不要方程式套方程式; 方程式要与题意相结合, 不要照搬课本公式; 要用原始方程组联立求解, 不要用连等式。

3. 运用数学的方式要讲究。代入数据、解方程的具体过程可以不写出; 解题过程中涉及的几何关系只需写出结论或判断, 不必进行证明; 一元二次方程的两个解都要写出来, 然后把该舍去的舍去; 原始方程式两边相同的量要先写出来, 再约去。

4. 使用各种字母符号要规范。字母符号要写清楚、写规范, 忌字迹潦草, 比如“ v 与 r ”“ M 与 m ”一定要写清楚。物理符号系统要规范, 题目给出的符号要严格按照题目所给符号书写, 不要另设符号, 如题目给出半径是 r , 写成 R 就是错的; 一个字母在一个题目中只能用来表示一个物理量, 忌一个符号多用, 比如不同的速度要分别设为 v_1 、 v_2 、……, 不能都写成 v ; 同样的, 一个物理量在同一题目中也不能用多个符号表示。还要注意沿用常用符号, 如周期的常用符号是 T , 若将周期写为 t , 就容易让阅卷老师误解, 造成失分。

5. 最后结果要规范。用表达式作为最后结果的, 所有符号都应是已知量, 如果表示最后结果的表达式中含有未知量或者中间量, 即使在之前的求解过程中该量已经求出来

了,那么也会被视为运算没有结束,也就得不到结果分了。用字母表示最后结果的,就不要把具体数字写进去,如 $\sqrt{2gh}$ 不能写成 $\sqrt{20h}$,也不要带单位。若题目对最后结果的有效数字有要求,则严格按照题目要求保留有效数字;若题目对最后结果没有特殊要求,则计算结果一般取2或3位有效数字,而不取1位有效数字或很多位有效数字。若题目要求的是矢量,则只回答大小是不完备的,还要说明方向,矢量取负值时还应说明负号的意义,而只写出“ -15 m/s ”这样的负值也是不完备的。

例4 (2020年高考全国I卷)我国自主研制了运-20重型运输机。飞机获得的升力大小 F 可用 $F = kv^2$ 描写, k 为系数, v 是飞机在平直跑道上的滑行速度, F 与飞机所受重力相等时的 v 称为飞机的起飞离地速度。已知飞机质量为 $1.21 \times 10^5 \text{ kg}$ 时,起飞离地速度为 66 m/s ; 装载货物后质量为 $1.69 \times 10^5 \text{ kg}$, 装载货物前后起飞离地时的 k 值可视为不变。

(1)求飞机装载货物后的起飞离地速度。

(2)若飞机装载货物后,从静止开始匀加速滑行 1521 m 起飞离地,求飞机在滑行过程中加速度的大小和所用的时间。

规范解答: (1)设空载时飞机的质量为 m_1 , 起飞离地速度为 v_1 , 重力加速度大小为 g , 飞机空载起飞时,升力正好等于重力,即 $kv_1^2 = m_1g$; 设装载货物后飞机的质量为 m_2 , 起飞离地速度为 v_2 , 飞机装载货物后起飞时,升力正好等于重力,即 $kv_2^2 = m_2g$ 。联立以上两式解得 $v_2 = 78 \text{ m/s}$ 。

(2)装载货物后飞机做初速度为零的匀加速直线运动,设飞机装载货物后滑行的距离为 x , 加速度大小为 a , 所用时间为 t , 根据运动学公式得 $v_2^2 - 0 = 2ax$, 解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$, 根据加速度的定义式得 $a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_2 - 0}{t}$, 解得 $t = 39 \text{ s}$ 。

点评: 本题的难度不大,但是容易出现不写必要的文字说明,不写原始公式,计算结果

不带单位等诸多作答不规范的问题,而导致无谓的失分。

四、端正态度,找准定位

高中物理的学习难度比较大,有些物理试题并不是靠着满腔热情就可以攻克的,因此同学们在临近高考的最后备战阶段,一定不要盯着难题、怪题不放,而要做到取舍有道,根据自己的实力,制定用力跳起能够摸得到的目标,脚踏实地地完成每天的复习备考计划,以积极乐观的心理状态迎接即将到来的2022年高考挑战。

高考作为选拔性考试,一套试卷中一定设置有针对不同层次考生的不同难度的试题,因此同学们在即将到来的2022年的高考考场上,不要妄想答对所有试题,但也不要遇到困难就灰心丧气,影响发挥。要坚信“付出必有收获”,还要有平和的心态,戒骄戒躁,时刻保持头脑清醒,吃透题意,了解题目难易程度,合理分配答题时间,灵活选用答题技巧,按照“准、快、规范”的答题原则,在有限的时间内做对会做的题,确保该得的分,力争能得的分。如果某个题目经过一段时间的思考还是完全找不到解题思路,那么就不要再跟它较劲,而要果断地舍弃。如果某个题目在分析的过程中,发现有一些思路,但是并不成熟,并不能顺利得出最终结果,那么也不要直接舍弃,而是要把自己的分析思路写出来,把可能用得到的原理、公式等写出来,这些思维过程和公式都可能成为得分点。对于设置有多个小问题的大题,要先通读全题明确考查的知识范围,再按照顺序逐一分析,如果发现其中某个小问题的求解遇到了困难,那么可以先将它空下来,接着求解后面的各小问,有时候在对后面问题的求解中可能还会得到前面问题的求解思路,而不要认为后面各小问的难度更大,就直接放弃。

高考不仅是知识和能力的较量,更是心态的较量。相信每一位身心健康、理性备战的同学都可以在2022年的高考战场上大放光彩!

(责任编辑 张 巧)

2022年高考物理命题预测和备考策略

■江苏省六合高级中学 傅明峰

2022年高考随着时光的脚步正慢慢走近。高三的小伙伴们,你们对高考命题的动态和趋势有多少了解呢?下面就让我们一起来预测2022年高考物理命题的方向,并制定出科学的备考策略吧!

一、2022年高考物理命题的特点和原则

1. 命题特点:以物理学科素养为导向,突出对基础知识和基本技能的考查;不回避经典题的改编,保持稳定性;发挥物理学科特点,体现综合性;对数学能力要求较高,重视数理结合;加强对实验能力的考查,突出创新性;突出图像的呈现方式,考查信息提取和加工能力等。

2. 命题原则:方向明确,立意鲜明,情景新颖,贴近实际;考查基础,变换情景,设问科学,注重创新;入易出难,路多口小,层层设卡,步步有难;材料在外,答案在内,考查思维,体现能力;体现国情,公平公正,以生考熟,直击软肋;重点必考,主干多考,次点轮考,补点选考;共性好考,个性难考,试题开放,探究创新;小口切入,深入挖掘,小中见大,思维穿透;掌握理论,学以致用,学科价值,重在应用;起点较高,落点较低,遵循高考评价体系。

二、2022年高考物理命题预测

2022年高考物理命题将一如既往地侧重于考查物理学科主干知识,如力学中的牛顿运动定律、运动的合成与分解、万有引力定律、动能定理、功能关系,电磁学中的带电粒子在电场和磁场中的运动、电磁感应、交变电流等,这些核心考点必定如约而至,而其他交叉综合的考点,如匀变速直线运动规律、共点

力平衡、闭合电路欧姆定律等也将是考查的重点。试题既注重对物理基本规律、基本方法和基本模型的考查,又注重从探究方法、物理思想等创新角度来考查。

命题预测一:联系生活实际,强调问题的创新性

情境指的是真实的问题背景,是以问题或任务为中心构成的物理场景。情境是为问题设计服务的,把问题和情境合为一体,强调知识的灵活应用。问题与生活实际联系紧密是高考命题的显著特点之一,近些年来情境化试题比例逐渐增加,要求考生能够运用所学物理知识来解决实际问题,旨在培养同学们学习物理的兴趣和创新意识。

2022年高考物理将更加紧密结合国家科技发展、北京第24届冬奥会、生产生活、传统文化等方面的情境命题,突出情境的时代性、前沿性,强调情境与考查内容的有机融合,使研究对象、研究过程、受力分析等更为复杂,同学们需要从题干中提取有效信息,从真实的问题情境中抽象出物理模型并分析解决问题,旨在培养同学们透过现象发现其物理本质的能力,并达到学以致用,从“解题”向“解决问题”的转变。

预测题 1:2021年10月16日,搭载“神舟十三号”载人飞船的“长征二号”F遥十三运载火箭,点火发射,约582 s后,“神舟十三号”载人飞船进入预定轨道。10月16日6时56分,“神舟十三号”载人飞船与空间站组合体完成自主快速交会对接。如图1所示为对接前后“神舟十三号”与空间站组合体的运动简图。下列说法中正确的是()。

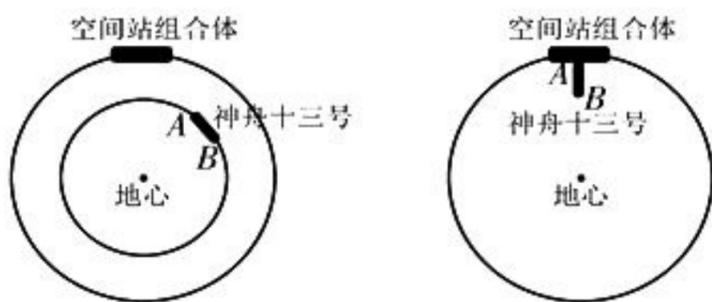


图 1

- A. 对接前“神舟十三号”的速度小于对接后的速度
- B. 对接前“神舟十三号”的周期大于空间站组合体的周期
- C. 对接后“神舟十三号”A 端的角速度大于 B 端的角速度
- D. 对接后“神舟十三号”A、B 两端的周期相同

解析: 根据万有引力提供向心力得 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 因此对接前“神舟十三号”的速度大于对接后的速度, 选项 A 错误。根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 解得 $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, 因此对接前“神舟十三号”的周期小于空间站组合体的周期, 选项 B 错误。对接后在同一物体(“神舟十三号”)上的 A、B 两端的角速度和周期都相同, 选项 C 错误, D 正确。

答案: D

预测题 2: 工厂检验电动机的质量时, 要用到能够调节的高压, 利用一个自耦变压器和一个升压变压器可满足这个要求。如图 2 所示, 自耦变压器铁芯上只绕有一个线圈, 原、副线圈都取自该线圈, 已知自耦变压器线圈总匝数为 1 250, 原线圈匝数为 1 100, 接在有效值为 220 V 的交流电源上, 升压变压器的原、副线圈的匝数比为 1 : 8, 则输出端可以得到最高电压的有效值是(变压器均为理想变压器) ()。

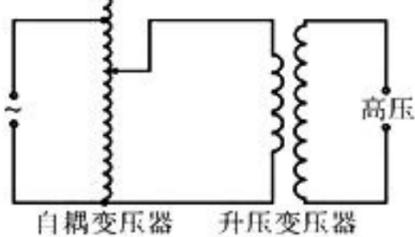


图 2

- A. 1 000 V B. 1 760 V
- C. 2 000 V D. 2 500 V

解析: 自耦变压器线圈的总匝数为 1 250, 原线圈的匝数为 1 100, 接在有效值为 220 V 的交流电源上, 根据原、副线圈匝数与电压的关系得 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$, 解得升压变压器原线圈电压的最大值 $U_2 = 250$ V。同理得 $\frac{n_3}{n_4} = \frac{U_3}{U_4}$, 又有 $\frac{n_3}{n_4} = \frac{1}{8}$, $U_3 = U_2$, 解得输出端可以得到的最高电压的有效值 $U_4 = 2 000$ V。

答案: C

预测题 3: 如图 3 甲所示为 2022 年北京冬奥会上以“雪如意”命名的跳台滑雪场地。如图 3 乙所示为该跳台滑雪赛道的简化图, 赛道由助滑道、起跳区、着陆坡等几段组成, 助滑道和着陆坡与水平面之间的夹角 $\theta = 37^\circ$, 助滑道 AB 段的长度 $L = 100$ m。运动员连同装备的总质量 $m = 60$ kg, 由 A 点无初速度下滑, 从起跳区的 C 点起跳后降落在着陆坡上的 D 点。取重力加速度 $g = 10$ m/s², $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$ 。



图 3

- (1) 若忽略运动员在助滑道上受到的一切阻力, 求运动员下滑到 B 点时的速率 v_1 。
- (2) 若由于阻力的影响, 运动员实际下滑到 B 点时的速率 $v_2 = 30$ m/s, 求运动员从 A 点下滑到 B 点的过程中克服阻力做的功。
- (3) 若运动员从 C 点起跳时的速率 $v_3 = 32$ m/s, 方向沿水平方向。忽略其在空中运动时受到的一切阻力, 求 C、D 两点之间的距离。

解析: (1) 忽略阻力的影响, 运动员从 A 点下滑到 B 点的过程中, 根据牛顿第二定律得 $mg \sin \theta = ma$, 解得 $a = 6$ m/s²。根据匀加速直线运动规律得 $v_1^2 - 0 = 2aL$, 解得 $v_1 =$

$20\sqrt{3} \text{ m/s}$ 。

(2)运动员从A点下滑到B点的过程中,设运动员克服阻力做的功为 $W_{\text{克}}$,根据动能定理得

$$mgL \sin \theta - W_{\text{克}} = \frac{1}{2}mv_2^2 - 0, \text{解得}$$

$$W_{\text{克}} = 9\,000 \text{ J}。$$

(3)设C、D两点间的距离为 L' ,根据平抛运动规律得 $L' \cos \theta = v_3 t, L' \sin \theta = \frac{1}{2}gt^2$,解得 $L' = 192 \text{ m}$ 。

命题预测二:考查方式多样化,注重探究创新

回顾2021年的高考试题可以发现,立足于课本主干知识和典型物理模型,并通过丰富试题的呈现方式、设置新颖的问题角度等增强试题的灵活性和开放性,要求同学们从不同角度认识问题,激励同学们主动思考、发散思维,考查同学们的信息加工、逻辑推理能力和综合分析等关键能力。

2022年高考物理仍将在注重试题基础性的前提下,设置部分能体现综合性、应用性和创新性的题目,采用创新的呈现方式和设问方式增强试题的灵活性,考查同学们灵活运用所学物理知识分析解决问题的能力,提升同学们的物理核心素养。

预测题4:如图4所示为家用单相电能表的结构示意图,其中电流线圈串联在电路中,电压线圈并联在电路中,通过电流线圈和电压线圈的交变电流产生的交变磁场使铝盘中产生涡旋电流,交变磁场对涡旋电流的安培力推动铝盘转动,铝盘的转动方向如图中箭头所示。铝盘旁边固定一永久磁铁,铝盘转动时从磁铁两极之间通过。下列说法中正确的是()。

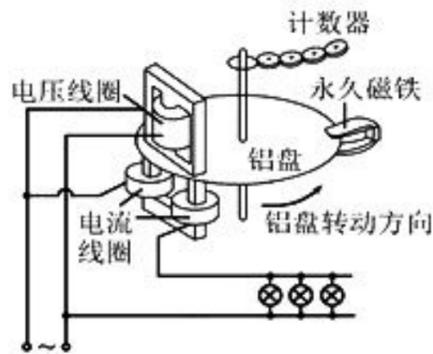


图4

A. 用户功率越大,电压线圈在铝盘中产生的涡流越大

B. 用户功率越大,电流线圈在铝盘中产生的涡流越大

C. 永久磁铁在铝盘中产生的安培力推动铝盘转动

D. 当停止用电时,永久磁铁可以使铝盘尽快停止转动,避免由于惯性继续转动而带来计量误差

解析:电流线圈串联在电路中,用户功率越大,电流越大,产生的磁场越强,则涡流越大,选项B正确。电压线圈并联在电路中,其电流与用户功率无关,电流大小不变,则涡流不变,选项A错误。根据题意可知,交变磁场对涡旋电流的安培力推动铝盘转动,选项C错误。当停止用电时,铝盘失去继续转动的动力,铝盘转动切割永久磁铁两极之间的磁感线产生电磁阻尼效果,避免铝盘由于惯性继续转动而带来计量误差,选项D正确。

答案:BD

预测题5:如图5所示,竖直平面内有界匀强电场水平向右,带电平行板倾斜放置,与水平面之间的夹角 $\theta = 37^\circ$,下极板与上极板之间的电势差为 U ,有界匀强磁场水平向里(垂直于纸面),比荷为 k 的带正电小球(视为质点),从 a 点以竖直向上的初速度射入匀强电场,以水平速度从 b 点(平行板上极板边缘)射出匀强电场,接着沿水平直线 bc 做匀减速运动,到达平行板下极板边缘 c 点时速度正好减为0。已知 a 、 b 两点之间的水平距离正好等于两平行板之间的距离,小球从 c 点进入匀强磁场,当小球从 d 点射出磁场时,速度大小为 v ,且正好沿水平方向,重力加速度为 $g, \sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$ 。求:

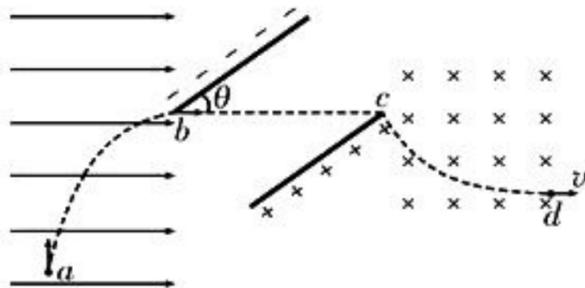


图5

(1)小球在 a 点时的初速度大小。

(2) 匀强磁场的磁感应强度大小。

(3) a 、 b 两点的高度差与 c 、 d 两点的高度差之比。

解析: (1) 从 a 点到 b 点小球做类平抛运动, 设小球在 a 点时的初速度大小为 v_0 , a 、 b 两点之间的水平距离与两平行板之间的距离为 l , 小球从 a 点到 b 点所用的时间为 t , 小球到达 b 点时的水平分速度为 v_x , 竖直分速度为 v_y , 则在水平方向上有 $l = \frac{v_x}{2}t$, 在竖直方向上有 $v_y = v_0 - gt = 0$ 。小球沿水平直线 bc 做匀减速运动, 到达 c 点时速度减为 0, 设小球从 b 点到 c 点所用的时间为 t' , 加速度为 a , 则 $\frac{qU}{l} \cos \theta = mg$, $v_x = a_x t'$, $a_x = \frac{qU}{ml} \sin \theta$,

$$k = \frac{q}{m}, \frac{l}{\sin \theta} = \frac{1}{2} a_x t'^2, \text{解得 } v_0 = \frac{4}{5} \sqrt{2kU}.$$

(2) 设匀强磁场的磁感应强度大小为 B , 当小球从 d 点射出磁场时, 速度大小为 v , 且正好沿水平方向, 则 $qvB = mg$, 解得 $B = \frac{g}{kv}$ 。

(3) 设 a 、 b 两点的高度差为 h_{ab} , 根据类平抛运动规律得 $h_{ab} = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{16kU}{25g}$ 。设 c 、 d 两点的高度差为 h_{cd} , 在小球从 c 点运动到 d 点的过程中, 根据动能定理得 $mgh_{cd} = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $h_{cd} = \frac{v^2}{2g}$ 。因此 $\frac{h_{ab}}{h_{cd}} = \frac{32kU}{25v^2}$ 。

命题预测三: 突出考查实验能力, 培养创新能力

高考实验题涉及的考点主要有: 常用仪器的使用、分组实验、重要的演示实验等。考查同学们独立完成实验的能力, 包括理解实验原理、目的及要求, 了解常用仪器、操作步骤和注意事项, 掌握实验方法, 会控制实验条件和灵活选用实验仪器, 会观察、分析和解释实验中产生的现象、数据, 并得出实验结论和简要分析实验误差。

2022 年高考实验命题将突出考查以下两个内容: (1) 常用仪器的使用, 无论是实验设计, 还是原理分析, 往往都要涉及常用仪器的使用, 因此常用仪器的工作原理、使用方法、读数规则、注意事项等是考查的一个重

点; (2) 迁移类、应用型、设计型等创新实验, 如测定动摩擦因数、验证机械能守恒定律、测电源电动势与内阻、电表的改装、伏安法测电阻等创新型实验是考查的又一重点。另外, 选修 3—1 模块第 69 页的电学黑盒问题, 结合传感器 (如热敏电阻、气敏电阻、光敏电阻等) 的电学创新实验也将是命题的热点。

预测题 6: 现组装一个酒精测试仪, 需要用到一种二氧化锡半导体型酒精气体传感器, 此传感器的电阻 R 随酒精气体浓度的变化而变化, 规律如图 6 所示。目前国际公认的酒驾标准是“ $0.2 \text{ mg/mL} \leq \text{酒精气体浓度} < 0.8 \text{ mg/mL}$ ”, 醉驾标准是“酒精气体浓度 $\geq 0.8 \text{ mg/mL}$ ”。提供的器材有:

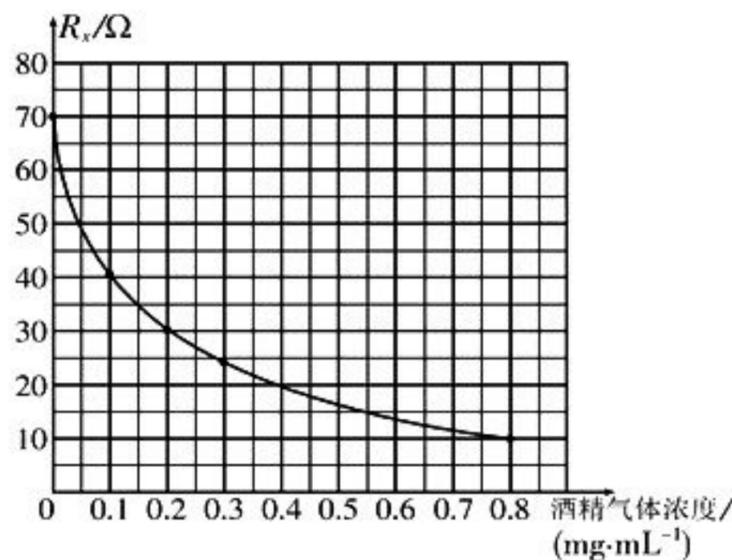


图 6

- A. 二氧化锡半导体型酒精气体传感器 R_s
- B. 直流电源 (电动势为 4 V, 内阻不计)
- C. 电压表 (量程为 0~3 V, 内阻非常大, 作为浓度表使用)
- D. 电阻箱 (最大阻值为 999.9 Ω)
- E. 定值电阻 R_1 (阻值为 50 Ω)
- F. 定值电阻 R_2 (阻值为 10 Ω)
- G. 单刀双掷开关一个, 导线若干

(1) 如图 7 所示为酒精测试仪电路图, 请根据电路图完成如图 8 所示的实物连线。

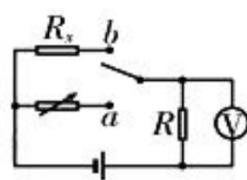


图 7

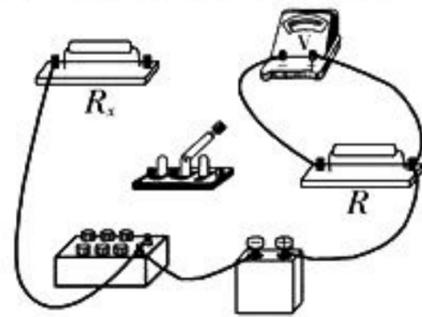


图 8

(2) 电路中 R 应选用定值电阻 ____ (选填“ R_1 ”或“ R_2 ”)。

(3) 为了便于识别,按照下列步骤调节此测试仪:

① 电路接通前,先将电阻箱的阻值调为 30.0Ω ,再将开关向 ____ (选填“ a ”或“ b ”)端闭合,将电压表此时指针对应的刻度线标记为 0.2 mg/mL 。

② 逐步减小电阻箱的阻值,电压表的示数不断变大,按照图 6 中数据将电压表指针对应的“电压”刻度线标为“酒精浓度”值,此浓度表刻度线上对应的浓度值是 ____ (选填“均匀”或“非均匀”)变化的。

③ 将开关向另一端闭合,测试仪即可正常使用。

(4) 某同学将调试好的酒精测试仪靠近酒精瓶口,发现电压表读数为 2 V ,则酒精浓度 ____ (选填“有”或“没有”)达到醉驾标准。

解析:(1) 实物图连线如图 9 所示。

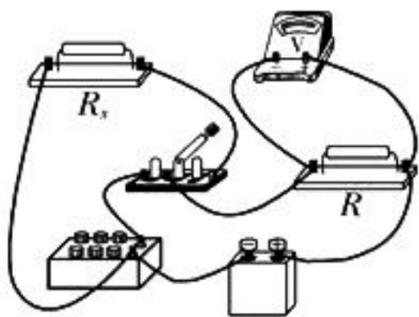


图 9

(2) 根据闭合电路欧姆定律得 $U_R = \frac{E}{R+R_x}R$, 因为电压表的量程为 $0 \sim 3 \text{ V}$, 所以 $U_R \leq 3 \text{ V}$, 根据图 6 中数据得 $10 \Omega \leq R_x \leq 70 \Omega$, 解得 $R \leq 30 \Omega$, 故电路中的 R 应选用 R_2 。

(3) ① 电路接通前,应先将电阻箱的阻值调为 30.0Ω ,再将开关向 a 端闭合。

② 根据电压表示数 U_R 与电阻箱接入电路阻值 R' 的关系得 $U_R = \frac{E}{R+R'}R$, 因此此浓度表刻度线上对应的浓度值是非均匀变化的。

(4) 电压表读数为 2 V , 即 $\frac{E}{R+R_x}R = 2 \text{ V}$, 解得 $R_x = 10 \Omega$, 结合图 6 可知,酒精浓

度为 0.8 mg/mL , 达到醉驾标准。

答案:(1) 如图 9 所示 (2) R_2 (3) a 非均匀 (4) 有

三、备考策略

2022 年高考复习已进入了白热化阶段,如何高效精准地推进复习进程,避免做无用功呢?总的原则是无论是强化回顾考点,还是进行专题训练,都不能再追求面面俱到,而应该突出高考物理命题的重点和热点,全力做好以下三件事:第一,查漏补缺,即针对前两轮复习存在的问题,强化基础知识的复习和基本技能的训练,巩固基础知识和提升解题能力,强化规范解题的训练。第二,知识重组,即把所学的知识连成线、铺成面、织成网,梳理知识结构,使之有机结合在一起,以达到有效提高多角度、多途径分析和解决问题的能力目的。第三,提升能力,即提高解题速度和解题技巧,强化答题速度训练,提高实验灵活设计能力,把目标聚焦于中档题,参考近三年的高考真题,积极对标找差,在补短板、增优势、强信心上多下功夫。

策略一:重点扫除知识“盲点”

对照课程标准,把没弄清楚的知识点弄清楚,把已经弄清楚的知识点熟练掌握。其中包括弄清物理概念的内涵和外延,明白定理、定律、公式的来龙去脉。避免因知识点理解不清而导致的不能准确把握题目的真正意图,不能正确完成选择项的辨析,以及用错公式,物理概念、物理现象或物理学史张冠李戴等诸如此类问题的出现。

策略二:基本题型要反复练

每一种基本题型,每一种重要模型,都要做到“三不”,即不怕麻烦、不怕重复、不厌其烦。比如追及和相遇问题、传送带问题,板块模型、动生电模型、感生电模型等都要逐一梳理,绝不能遗漏。

策略三:厘清动力学三条主线

1. 牛顿运动定律——整个力学的基石。它确立了运动与力之间最本质的关系,即物体受到什么力就会做什么运动,这是动力学的根本。

2. 能量观点——主要涉及动能定理、能

量守恒定律(包含机械能守恒定律)。利用能量观点可以解决一些利用牛顿运动定律无法解决的问题(如变速率曲线运动),或者可以更加方便地解决一些利用牛顿运动定律不便于解决的问题(如复杂的多过程问题)。

3. 动量观点——包括动量定理、动量守恒定律。注意区分动量定理与动能定理,明确利用这两个定理分别便于解决哪些问题;注意区分能量守恒定律与动量守恒定律,明确利用这两个定理分别便于解决哪些问题。

策略四:紧扣教材是“秘籍”

同学们在复习过程中,不能脱离教材。教材不仅要认真阅读,而且要精读,包括教材上的装置图、情境图、练习题等。选修3-3(热学)、选修3-4(振动、波、光学)、选修3-5近代物理部分(波粒二象性、原子结构、原子核)的教材内容更要反复地阅读、梳理,做到烂熟于心。

策略五:主干知识网络化,形成体系

力学和电学是高中物理的主干知识,同学们在复习过程中,不仅要记住这些主干知识的内容,还要加强理解,熟练运用,把握好知识点的内涵和外延(如二级结论等),明确知识点之间的内在联系,学会对知识进行重组、整合、归类、总结,将知识网络化、结构化,既要“知其然”,又要“知其所以然”,努力达到“弄懂、记住、会用、熟练、生巧、创新”六个层次的要求。

策略六:攻克“实验堡垒”

实验既是重点,也是难点。同学们在复习过程中,要从实验目的和实验原理入手,知道实验为什么这样设计,还可以有哪些变化。只有这样才能在考试中,以“变”应“变”,以“活”制“活”,以“新”解“新”。

策略七:限时训练是“磨刀石”

适当的限时训练,既可以有效检查复习效果,及时查漏补缺,又可以提高知识运用的熟练程度,加快解题速度。做题的目标是把习题做成经典,具体做法如下:(1)题不在多,真懂才成。什么叫真懂?听得明白不叫懂,说得明白、讲得清楚才叫懂。(2)控制难度、规范解题,专注于做中等难度题目,按照解题

要求规范化书写,如计量单位规范、实验操作规范、学科用语规范和解题格式规范等。(3)会纠错才能得高分,在纠错本上详细记录,我哪儿想错了,为什么,如何改正,改了没有,回头看明白了没有。实际上,大部分做题错误的原因都在审题不清上,而审题的关键是将文字叙述的内容用草图表示出来,留一些思维痕迹,为正确解题打下基础。

策略八:关注错点,提高效率

1. 概念或原理理解出错:很多同学会辩解说自己出错是因为粗心大意,其实根本原因就在于对概念或原理的理解不到位。因此需要准确理解每个概念或原理,争取把思维的每一步都清晰化、具体化,这样对概念或原理的理解才能越来越精准,解题能力才能越来越强,出错概率才能越来越低。

2. 过程或情景分析出错:这是解题能力不足的具体表现,应通过强化训练,有效提升对问题情境的辨析、转化和应用的速度。重点关注以下两点:①抓住关键状态分析,如题目中明显的转折提示,分开、一起、返回(回到)、恰好等;②物理过程的界定和分析,即状态、过程的准确判定等。

3. 审题出错:解答题的共性是只要审题方向没有错误,能够按照问题顺序罗列出表达式,即可联立求解。提升审题能力要聚焦于“四清”意识,即看清每一字,审清每一句,写清每一步,答清每一问。重点关注以下三点:①通读,以便于在头脑中呈现物理图景的轮廓,找到与某些物理模型之间的关系,初步确定研究对象,猜想与之相对应的物理模型。②细读,实现物理图景的清晰化,根据题设条件,进行分析与判断,确定物理图景(物理现象、物理过程)的变化趋势,基本确定研究对象和物理模型。③选读,通过对关键词语的感悟和理解,隐含条件的挖掘,排除干扰因素,对题目形成清楚的认识,最终确认研究对象、物理模型和需要解决的问题。

最后,预祝同学们在2022年高考中取得优异成绩,考取心仪的名校!

(责任编辑 张 巧)

以一道实验题为例谈力学创新实验题的处理方法

■贵州省天柱民族中学 胡朝平

题目:如图1所示,用碰撞实验器可以验证动量守恒定律,即研究A、B两小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。

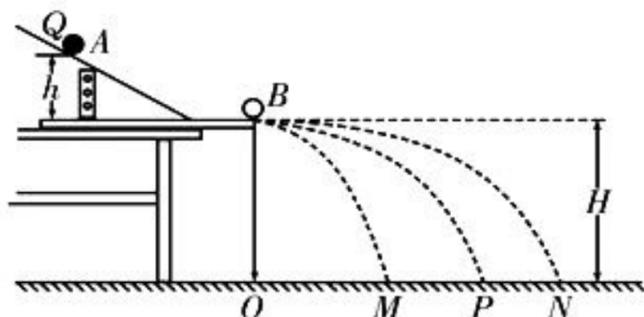


图1

(1)实验中,直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的,但是可以通过仅测量____,间接地解决这个问题。

- A. 小球A开始释放时的高度 h
- B. A、B两小球抛出点距地面的高度 H
- C. A、B两小球做平抛运动的射程

(2)图中O点是A、B两小球抛出点在地面上的投影,实验时先将质量为 m_1 的入射球A多次从斜轨上Q点由静止释放,找到其平均落地点的位置P,测量其做平抛运动的射程OP,然后把质量为 m_2 的被碰球B静置于轨道的水平部分,再将入射球A从斜轨上Q点由静止释放,入射球A与被碰球B相撞,并多次重复。接下来要完成的必要步骤是____。

- A. 用天平测量两个小球的质量 m_1 、 m_2
- B. 测量小球A开始释放时的高度 h
- C. 测量A、B两小球抛出点距地面的高度 H
- D. 分别找到A、B两小球相碰后平均落地点的位置M、N
- E. 测量A、B两小球做平抛运动的射程OM、ON

(3)若A、B两小球相碰前后的动量守恒,则其表达式可表示为____;如果A、B两小球的碰撞是弹性碰撞,那么还应满足的表达式为____。(均用(2)中测得的量表示)

思维点拨:在验证动量守恒定律的实验

中,质量易测,而测量瞬时速度较难。因此在落地高度不变的情况下,可以用水平射程来反映平抛初速度的大小,即可以通过测量小球做平抛运动的水平射程来间接测出速度,进而利用质量与水平射程的乘积来验证动量守恒定律。

解析:(1)小球的速度需要利用平抛运动规律来测定,则 $v = \frac{x}{t}$ 。根据 $H = \frac{1}{2}gt^2$ 可知,小球做平抛运动所用的时间相等。根据动量守恒定律得 $m_1 \frac{OP}{t} = m_1 \frac{OM}{t} + m_2 \frac{ON}{t}$,化简得 $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$ 。因此只需测出A、B两小球做平抛运动的射程,就可以完成验证。

(2)根据(1)中所得验证动量守恒定律的表达式 $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$ 可知,在OP已知的前提下,还需测量 m_1 、 m_2 、OM和ON,因此接下来要完成的必要步骤为A、D、E。

(3)若A、B两小球相碰前后的动量守恒,则 $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$ 。若A、B两小球的碰撞是弹性碰撞,则还需满足机械能守恒,即 $\frac{1}{2}m_1 \left(\frac{OP}{t}\right)^2 = \frac{1}{2}m_1 \left(\frac{OM}{t}\right)^2 + \frac{1}{2}m_2 \left(\frac{ON}{t}\right)^2$,化简得 $m_1 \cdot (OP)^2 = m_1 \cdot (OM)^2 + m_2 \cdot (ON)^2$ 。

答案:(1)C (2)ADE (3) $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$ $m_1 \cdot (OP)^2 = m_1 \cdot (OM)^2 + m_2 \cdot (ON)^2$

变式1:如图2所示,用“碰撞实验器”可以探究碰撞中的不变量。实验时先让质量为 m_1 的入射球从斜槽轨道上某一固定位置S由静止滚下,从轨道末端O点水平抛出,落到与轨道O点连接的倾角为 θ 的斜面上。再把质量为 m_2 的被碰球放在斜槽轨道末端O点,让入射球仍从位置S由静止滚下,与被碰球碰撞后,两小球分别与斜面碰撞留下各自

的落点痕迹。 M 、 P 、 N 为三个落点的位置。(不考虑小球在斜面上的多次碰撞)

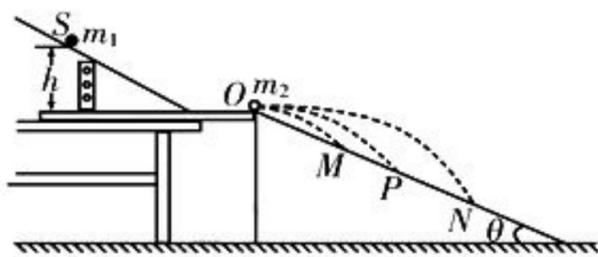


图2

(1) 实验中,直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的,但是可以通过仅测量____,间接地解决这个问题。

- A. 小球开始释放时的高度 h
- B. 斜面的倾角 θ
- C. O 点与各落点间的距离

(2) 以下提供的测量工具中,本实验必须使用的是()。

- A. 刻度尺
- B. 天平
- C. 量角器
- D. 秒表

(3) 关于本实验的下列说法中,正确的是()。

- A. 斜槽轨道必须光滑
- B. 斜槽轨道末端必须水平
- C. 为保证入射球碰后沿原方向运动,应满足入射球的质量 m_1 等于被碰球的质量 m_2

(4) 在实验误差允许的范围内,若满足关系式____,则可以认为两小球碰撞前后的总动量守恒;若两小球的碰撞是弹性碰撞,则还需满足的表达式为____。

- A. $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$
- B. $m_1 \cdot \sqrt{OP} = m_1 \cdot \sqrt{OM} + m_2 \cdot \sqrt{ON}$
- C. $m_1 \cdot \sqrt{ON} = m_1 \cdot \sqrt{OP} + m_2 \cdot \sqrt{OM}$
- D. $m_1 \cdot ON = m_1 \cdot OP + m_2 \cdot OM$

思维点拨:在验证动量守恒定律的实验中,质量易测,而测量瞬时速度较难。因为小球落在同一斜面上,所以只要测得 O 点与各落点间的距离,就可以间接地测出速度,进而利用质量与距离的乘积来验证动量守恒定律。

解析:(1) 小球做平抛运动落到斜面上,

$$\text{则 } \tan \theta = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{vt} = \frac{gt}{2v}, L \cos \theta = vt, \text{ 解得 } v =$$

$$\sqrt{\frac{g \cos \theta}{2 \tan \theta} L}, \text{ 即 } v \propto \sqrt{L}。 \text{ 因为两小球落到同}$$

一斜面上,斜面倾角 θ 为定值,所以只要测得 O 点与各落点间的距离 L 即可。

(2) 实验中需要测量各落点到 O 点的距离,则需要用到刻度尺;实验中还需要测量两小球的质量,则需要用到天平。

(3) 斜槽轨道没必要必须光滑,只要保证入射球到达轨道末端 O 点时的速度相同即可,选项 A 错误。斜槽轨道末端必须水平,以保证小球做平抛运动,选项 B 正确。为了保证入射球碰后沿原方向运动,应满足入射球的质量 m_1 大于被碰球的质量 m_2 ,选项 C 错误。

(4) 实验要验证的关系式是 $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$, 因为 $v \propto \sqrt{L}$, 所以 $m_1 \cdot \sqrt{OP} = m_1 \cdot \sqrt{OM} + m_2 \cdot \sqrt{ON}$ 。若两小球的碰撞是弹性碰撞,则还需满足机械能守恒,即 $\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$, 因为 $v \propto \sqrt{L}$, 即 $v^2 \propto L$, 所以 $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$ 。

答案:(1)C (2)A B (3)B (4)B A

变式 2:(1) 如图 3 所示,在斜槽轨道末端与水平地面间放置了一个斜面,斜面的底端与 O 点(斜槽轨道末端在水平地面上的投影)重合。刚开始不放小球 B ,使小球 A 从斜槽上 C 点由静止滚下,然后在斜槽末端放上小球 B ,使小球 A 仍从 C 点由静止滚下,得到 A 、 B 两小球在斜面上的落点 M 、 P 、 N 。用刻度尺测得斜面底端到 M 、 P 、 N 三点的距离分别为 L_{OM} 、 L_{OP} 、 L_{ON} ,用量角器测量出斜面的倾角为 θ ,用天平测量出小球 A 、 B 的质量分别为 m_1 、 m_2 。仅利用以上数据能不能验证两小球在碰撞过程中的总动量守恒?若能,请用所测在物理量写出验证表达式;若不能,请说明理由。

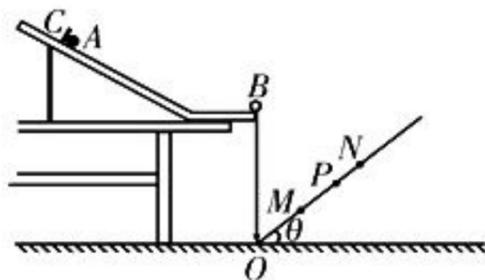


图3

(2) 实验小组成员小红对(1)中装置进行

了改造,改造后的装置如图4所示。先不放小球B,使小球A从斜槽上C点由静止滚下,再放上小球B,使小球A仍从C点由静止滚下,得到A、B两小球在以斜槽轨道末端为圆心的 $\frac{1}{4}$ 圆弧上的落点M'、P'、N'。测量出斜槽轨道末端和M'、P'、N'三点的连线与水平方向之间的夹角分别为 α_1 、 α_2 、 α_3 ,测得小球A、B的质量分别为 m_1 、 m_2 ,则验证两小球在碰撞过程中动量守恒的表达式为_____。(用所测物理量的符号表示)。

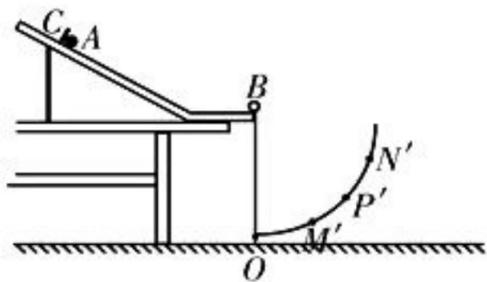


图4

思维点拨:验证动量守恒定律的实验中,质量易测,而测量瞬时速度较难。根据平抛运动规律可知,可以用斜槽轨道末端和M'、P'、N'三点的连线与水平方向间的夹角 α_1 、 α_2 、 α_3 表示小球做平抛运动的初速度 v ,进而可以利用质量和夹角的乘积来验证动量守恒定律。

解析:(1)设斜槽轨道末端离水平地面的高度为 H ,O点到落点的距离为 L ,根据平抛运动规律得 $H - L \sin \theta = \frac{1}{2} g t^2$,解得 $t =$

$$\sqrt{\frac{2(H - L \sin \theta)}{g}}$$

。因为 H 没有测定,所以根据所测得的物理量不能求出小球做平抛运动的时间,不能求出小球碰撞前后的速度,也就不能验证两小球在碰撞过程中的总动量守恒。

(2)设圆弧半径为 R ,小球做平抛运动的初速度为 v ,根据平抛运动规律得 $R \sin \alpha =$

$$\frac{1}{2} g t^2, R \cos \alpha = vt, \text{解得 } v = \sqrt{\frac{gR \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}}, \text{则}$$

验证两小球在碰撞过程中动量守恒的表达式

$$\text{为 } \frac{m_1 \cos \alpha_2}{\sin \alpha_2} = \frac{m_1 \cos \alpha_1}{\sin \alpha_1} + \frac{m_2 \cos \alpha_3}{\sin \alpha_3}.$$

答案:(1)不能,因为根据所测得的物理量不能求出小球做平抛运动的时间,也就不

能求出小球碰撞前后的速度。

$$(2) \frac{m_1 \cos \alpha_2}{\sin \alpha_2} = \frac{m_1 \cos \alpha_1}{\sin \alpha_1} + \frac{m_2 \cos \alpha_3}{\sin \alpha_3}$$

总结:在验证动量守恒定律的实验中,核心问题是如何测量小球碰撞前后的瞬时速度。在实验设计时,可以根据平抛运动、自由落体运动、圆周运动、动能定理等知识进行等效代换。

(责任编辑 张巧)

编者注:创新型实验是近几年高考实验题的考查热点,命题者会在实验设计、实验操作、数据处理、误差分析等方面进行各种形式的创新,但是追溯其本质,其实验原理一定来源于教材中的基本实验,因此只有将教材中的各种演示实验、验证性实验和探究性实验都烂熟于心,才能以不变应万变。同学们在复习教材中的基本实验时,可以从以下几个方面着手:第一,重视对实验原理的记忆和理解,实验原理是实验的核心,实验方法、实验步骤、仪器选择、数据处理、误差分析等其他问题都是从实验原理中派生出来的,抓住了实验原理这一核心,也就容易记忆和理解实际操作过程中的一些规定、要求和注意事项了。第二,实施归类复习,实现触类旁通,明确同一物理仪器在不同实验中的具体应用,比如利用打点计时器记录的位置、时间,测定 v 、 a 、 F 、 E_p 、 E_k 等不同物理量,可以完成力学中的一系列实验;理顺同一物理实验的不同完成方法,比如研究平抛运动,教材中给出的实验方案就有三种。第三,重视实验原理的理解和延伸,培养探究能力,针对高考实验命题“不脱离教材又不拘泥于教材”的特点,可将教材中的基本实验在内容上进行延伸讨论,比如将研究匀变速直线运动延伸到测量速度、加速度的多种方法,将探究弹力和弹簧伸长量的关系延伸到研究弹簧压缩或 $F-x$ 图像等,将验证力的平行四边形定则延伸到等效法、矢量的运算方法等,将验证牛顿运动定律延伸到将不可测量量转化为可测量量等。

电流表与电压表的互用



■河南省焦作市第一中学

在采用伏安法测量电阻的实验中,若只有合适的电流表,而没有合适的电压表,则在准确知道电流表内阻的情况下,可以把电流表当成电压表使用;同样,若只有合适的电压表,没有合适的电流表,则在准确知道电压表内阻的情况下,也可以把电压表当成电流表使用。下面举例分析,供同学们参考。

一、将电流表当成电压表使用

1. 将已知内阻的电流表直接当成电压表使用。

若电流表 A_1 的内阻 r_1 已知,电流表 A_2 的内阻 r_2 未知,则可设计如图 1 所示的电路,求出电流表 A_2 的内阻

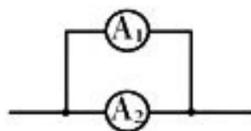


图 1

$r_2 = \frac{I_1 r_1}{I_2}$, 此时已知内阻的电流表 A_1 起到的就是电压表的作用。

例 1 从下列器材中选出适当的实验器材,设计一个电路来测量电流表 A_1 的内阻 r_1 。要求方法简捷,有尽可能高的测量精度,并能测出多组数据。

A. 电流表 A_1 , 量程为 $0 \sim 10 \text{ mA}$, 内阻 r_1 待测(约为 40Ω)

B. 电流表 A_2 , 量程为 $0 \sim 500 \mu\text{A}$, 内阻 $r_2 = 750 \Omega$

C. 电压表 V , 量程为 $0 \sim 10 \text{ V}$, 内阻 $r_3 = 10 \text{ k}\Omega$

D. 定值电阻 R_1 , 阻值约为 100Ω , 作保护电阻用

E. 滑动变阻器 R_2 , 总阻值约为 50Ω

F. 电池 E , 电动势为 1.5 V , 内阻很小

G. 开关 S , 导线若干

(1) 画出电路图, 标明所用器材的符号。

(2) 若选测量数据中的一组来计算 r_1 , 则 $r_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, 式中各符号的意义是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

张 彤

解析: (1) 必选的器材是电池 E , 开关 S , 导线若干。因为电流表 A_1 的量程为 $0 \sim 10 \text{ mA}$, 内阻 r_1 约为 40Ω , 电池 E 的电动势为 1.5 V , 所以需要选定值电阻 R_1 作保护电阻用, 选滑动变阻器作限流电阻用, 才能保证通过电流表 A_1 的电流不超过 10 mA 。在测量电流表 A_1 的内阻时, 通过电流表 A_1 的电流 I_1 可由它的示数直接读出, 只要测出电流表 A_1 两端的电压 U_1 , 就可利用欧姆定律求出 $r_1 = \frac{U_1}{I_1}$ 。如果将电压表 V 与电流表 A_1 并

联, 则电流表 A_1 两端的电压最多是 0.4 V , 而电压表 V 的量程为 $0 \sim 10 \text{ V}$, 相对于 0.4 V 的电压来说, 电压表的指针偏转角度很小, 测量的系统误差太大, 不符合题目要求, 因而不能用电压表 V 测电流表 A_1 两端的电压。因为电流表 A_2 的内阻 r_2 是已知的, 所以可以将电流表 A_1 与 A_2 并联, 把电流表 A_2 当成电压表使用。因为题目要求能测多组数据, 且滑动变阻器 R_2 的总阻值比定值电阻 R_1 的阻值小得多, 所以滑动变阻器应采用分压式接法。测量电路如图 2 所示。

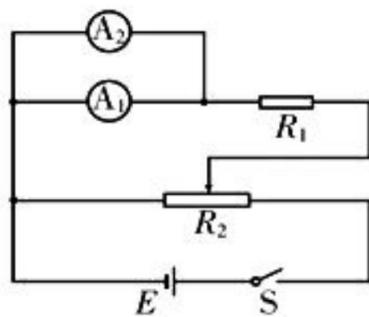


图 2

(2) 利用通过电流表 A_2 的电流 I_2 和其内阻 r_2 可以得到电流表 A_2 两端的电压 $U_2 = I_2 r_2$ 。根据并联电路电压相等可知, 电流表 A_1 两端的电压 $U_1 = U_2$ 。因此电流表 A_1 的内阻 $r_1 = \frac{U_2}{I_1} = \frac{I_2 r_2}{I_1}$ 。

答案:(1)如图2所示 (2) $\frac{I_2 r_2}{I_1}$ I_1 、 I_2

分别是电流表 A_1 、 A_2 的示数, r_2 是电流表 A_2 的内阻

2. 将已知内阻的电流表改装为电压表使用。

将已知内阻的电流表改装为电压表, 需要串联一个定值电阻或电阻箱, 改装电路如

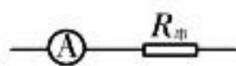


图3

图3所示。设电流表的满偏电流为 I_g , 满偏电压为 U_g , 内阻为 R_g , 串联电阻的阻值为 $R_{串}$, 则改装后的电压表的满偏电压 $U_g' = \frac{R_g + R_{串}}{R_g} U_g$ 。

例2 某同学计划研究一个小灯泡 L ($3.6\text{ V}, 0.3\text{ A}$) 的伏安特性。所用器材有: 电流表 A_1 (量程为 $0 \sim 200\text{ mA}$, 内阻 $R_{g1} = 10\ \Omega$), 电流表 A_2 (量程为 $0 \sim 500\text{ mA}$, 内阻 $R_{g2} = 1\ \Omega$), 定值电阻 R_0 (阻值为 $10\ \Omega$), 滑动变阻器 R_1 (最大阻值为 $10\ \Omega$), 电源 E (电动势为 4.5 V , 内阻很小), 开关 S 和若干导线。该同学设计的电路如图4所示。

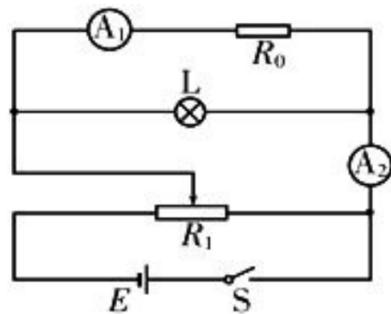


图4

(1) 若 I_1 、 I_2 分别为通过电流表 A_1 和 A_2 的电流, 利用 I_1 、 I_2 、 R_{g1} 和 R_0 表达出小灯泡两端的电压 $U = \underline{\hspace{2cm}}$, 通过小灯泡的电流 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ 。为了保证小灯泡的安全, I_1 不能超过 $\underline{\hspace{2cm}}\text{ mA}$ 。

(2) 实验时, 调节滑动变阻器, 使开关 S 闭合后两电流表的示数为零。逐次改变滑动变阻器滑片位置并读取相应的 I_1 和 I_2 , 所得实验数据如表1所示。

表1

I_1/mA	32	55	85	125	144	173
I_2/mA	171	229	299	379	424	470

根据表1中数据可知, 当 $I_1 = 173\text{ mA}$

时, 灯丝电阻 $R = \underline{\hspace{2cm}}\ \Omega$ (保留1位小数)。

(3) 如果用另一个电阻替代定值电阻 R_0 , 其他不变, 为了能够测量完整的伏安特性曲线, 所用电阻的阻值不能小于 $\underline{\hspace{2cm}}\ \Omega$ (保留1位小数)。

解析: 该实验把电流表 A_1 串联定值电阻 R_0 当成电压表使用, 用电流表 A_2 测量电流, 则通过小灯泡的电流为电流表 A_2 与 A_1 的示数之差, 结合小灯泡的额定电压, 可以得出电流表 A_1 的最大示数。利用欧姆定律可以求出小灯泡在某一工作状态下灯丝的电阻。为了得到完整的伏安特性曲线, 根据小灯泡的额定电压可以得出与电流表 A_1 串联电阻的最小值。

(1) 根据并联电路电压相等可知, 小灯泡两端的电压 $U = I_1 (R_{g1} + R_0)$; 根据并联电路的分流原理可知, 通过小灯泡的电流 $I = I_2 - I_1$ 。因为小灯泡的额定电压 $U_{额} = 3.6\text{ V}$, 根据 $U_{额} = I_1 (R_{g1} + R_0)$ 得 $I_1 = 180\text{ mA}$, 所以为了保证小灯泡的安全, I_1 不能超过 180 mA 。

(2) 根据欧姆定律得灯丝的电阻 $R = \frac{U}{I} = \frac{I_1 (R_{g1} + R_0)}{I_2 - I_1}$, 当 $I_1 = 173\text{ mA}$ 时, $I_2 = 470\text{ mA}$, 解得 $R = 11.6\ \Omega$ 。

(3) 因为小灯泡的额定电压 $U_{额} = 3.6\text{ V}$, 根据 $I_1 (R_{g1} + R) \geq U_{额}$ 得 $R \geq 8.0\ \Omega$, 所以为了能够测量完整的伏安特性曲线, 所用电阻的阻值不能小于 $8.0\ \Omega$ 。

答案:(1) $I_1 (R_{g1} + R_0)$ $I_2 - I_1$ 180

(2) 11.6 (3) 8.0

二、将电压表当成电流表使用

1. 将已知内阻的电压表直接当成电流表使用。

若电压表 V_1 的内阻 R_1 已知, 电压表 V_2 的内阻 R_2 未知, 则可设计如图5所示的电路,

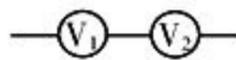


图5

求出电压表 V_2 的内阻 $R_2 = \frac{U_2 R_1}{U_1}$, 此时已知内阻的电压表 V_1 起到的就是电流表的作用。

例3 用以下的器材测量一电阻 R_x ($900\ \Omega \sim 1\ 000\ \Omega$) 的准确值: 电源 E , 具有一

定的内阻,电动势约为 9.0 V;电压表 V_1 ,量程为 0~1.5 V,内阻 $r_1=750 \Omega$;电压表 V_2 ,量程为 0~5 V,内阻 $r_2=2\ 500 \Omega$;滑动变阻器 R ,最大阻值为 100 Ω ;单刀单掷开关 S ;导线若干。

(1)测量中要求电压表的读数不小于其量程的三分之一。试画出测量电阻 R_x 的一种实验电路原理图(图中的元件要用题中相应的字母表示)。

(2)若电压表 V_1 的读数用 U_1 表示,电压表 V_2 的读数用 U_2 表示,则用已知量和测得量表示 R_x 的表达式为 $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

解析:(1) 本题只提供了两个电压表,在没有电阻箱和定值电阻的情况下,只能用伏安法测量,因此需要将两个电压表中的一个当成电流表使用。因为待测电阻 R_x 的阻值与两个电压表的内阻都相差不多,所以“电流表”采用内接法或外接法都可以。采用“电流表”内接法的测量电路如图 6 所示。

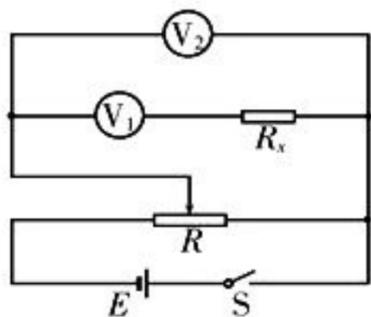


图 6

(2) 根据串、并联电路的电压关系得 $U_2 = U_1 + U_x = U_1 + \frac{U_1}{r_1} R_x$, 解得 $R_x = \frac{U_2 - U_1}{U_1} r_1$ 。

答案:(1) 如图 6 所示 (2) $\frac{U_2 - U_1}{U_1} r_1$

2. 将已知内阻的电压表改装为电流表使用。

将已知内阻的电压表改装为电流表,需要并联一个定值电阻或电阻箱,改装电路如图 7 所示。设电压表的满偏电流为 I_g , 满偏电压为 U_g , 内阻为 R_g , 并联电

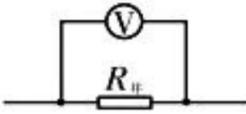


图 7

阻的阻值为 $R_{并}$, 则改装后的电流表的满偏电

流 $I_g' = \frac{U_g}{R_g} + \frac{U_g}{R_{并}}$ 。

例 4 用以下的器材测量一电阻 R_x

(阻值约为 600 Ω) 的准确值。

- A. 电源 E , 电动势约为 6 V, 内阻可忽略不计
- B. 电压表 V_1 , 量程为 0~500 mV, 内阻 $r_1=1\ 000 \Omega$
- C. 电压表 V_2 , 量程为 0~6 V, 内阻 r_2 约为 10 k Ω
- D. 电流表 A , 量程为 0~0.6 A, 内阻 r_3 约为 1 Ω
- E. 定值电阻 R_0 , 阻值为 60 Ω
- F. 滑动变阻器 R , 最大阻值为 150 Ω
- G. 开关 S , 导线若干

(1)测量中要求电压表的读数不小于其量程的三分之一,并能测量多组数据,请画出测量电阻 R_x 的电路图。

(2)若选测量数据中的一组来计算 R_x , 则由已知量和测得量计算 R_x 的表达式为 $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

解析:(1) 测量电路中的最大电流 $I = \frac{6\text{ V}}{600\ \Omega} = 0.01\text{ A}$, 电流表 A 的量程 0~0.6 A 太大,不符合题目要求。电压表 V_1 的内阻已知,可以将电压表 V_1 并联定值电阻 R_0 改装成电流表使用。用电压表 V_2 测量待测电阻 R_x 两端的电压。因为题目要求能测多组数据,所以滑动变阻器应采用分压式接法。测量电路如图 8 所示。

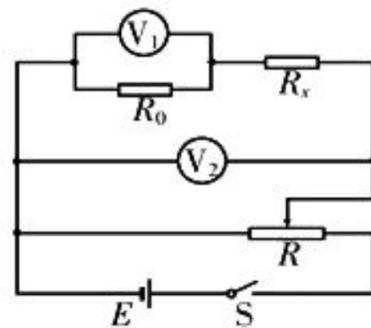


图 8

(2) 根据串、并联电路的电流关系得通过待测电阻 R_x 的电流 $I = \frac{U_1}{r_1} + \frac{U_1}{R_0}$, 根据欧姆定

律得 $R_x = \frac{U_2 - U_1}{I} = \frac{(U_2 - U_1) R_0 r_1}{U_1 (R_0 + r_1)}$ 。

答案:(1) 如图 8 所示 (2) $\frac{(U_2 - U_1) R_0 r_1}{U_1 (R_0 + r_1)}$

(责任编辑 张 巧)



高考物理模拟试题(七)

■河南省安阳市实验高中 黄琳

一、选择题(第 1~5 题为单选题,第 6~8 题为多选题)

1. 根据玻尔理论可知,激光是大量处于同一激发态 n_1 的原子同时跃迁到某一能级 n_2 而释放出的单色光,其能量大,破坏力强。下列针对上述原子跃迁过程的说法中不正确的是()。

- A. 原子处于 n_1 能级时的能量大于处于 n_2 能级时的能量
- B. 电子在 n_1 能级时的半径大于在 n_2 能级时的半径
- C. 原子由 n_2 能级跃迁到 n_1 能级吸收的能量等于由 n_1 能级跃迁到 n_2 能级放出的能量
- D. 红外线、紫外线、 γ 射线都是由处于激发态的原子辐射出来的

2. 如图 1 所示,在竖直平面内,一根不可伸长的轻质软绳两端打结系于“V”形杆上的 A、B 两点,已知 OM 边竖直,且 $AO=BO$,轻绳绕过光滑的滑轮,重物悬挂于滑轮下处于静止状态。若在纸面内绕端点 O 沿顺时针方向缓慢转动“V”形杆,直到 ON 边竖直,设轻绳的张力为 T ,A 点处轻绳与杆之间的摩擦力为 f ,则()。

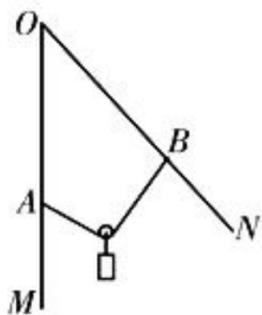


图 1

- A. 张力 T 一直增大
- B. 张力 T 先增大后减小
- C. 摩擦力 f 一直增大
- D. 摩擦力 f 先增大后减小

3. 如图 2 所示,倾角为 θ 的直角斜面体固定在水平地面上,一根轻质弹簧上端固定在斜面顶端,下端拴一质量为 m 的物块,物块放在光滑斜面上的 P 点并保持静止,弹簧与斜面

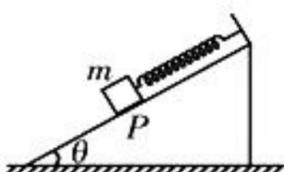


图 2

平行,此时弹簧具有的弹性势能为 E_p ,已知弹簧的劲度系数为 k 。现将物块缓慢沿斜面向上移动,到弹簧刚恢复至原长位置时,由静止释放物块,在以后的运动过程中,物块的最大速度为()。

- A. $\sqrt{2\left(\frac{mg^2 \sin^2 \theta}{k} - \frac{E_p}{m}\right)}$
- B. $2\left(\frac{mg^2 \sin^2 \theta}{k} - \frac{E_p}{m}\right)$
- C. $\sqrt{2\left(\frac{mg^2 \sin^2 \theta}{k} + \frac{E_p}{m}\right)}$
- D. $2\left(\frac{mg^2 \sin^2 \theta}{k} + \frac{E_p}{m}\right)$

4. 如图 3 所示,曲线 I 是一颗绕地球做圆周运动卫星轨道的示意图,其半径为 R ;曲线 II 是一颗绕地球做椭圆运动卫星轨道的示意图,O 点为地球球心,AB 为椭圆的长轴。两轨道和地心都在同一平面内,已知在两轨道上运行的卫星的周期相等,引力常量为 G ,地球质量为 M ,下列说法中正确的是()。

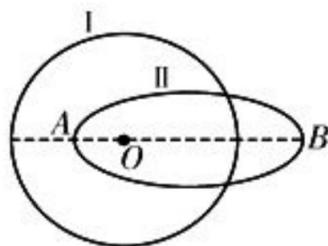


图 3

- A. 椭圆轨道的半长轴大于 R
- B. 卫星在轨道 I 上运行时的速率小于在轨道 II 上运行到 B 点时的速率
- C. 卫星在轨道 I 上运行时的加速度小于在轨道 II 上运行到 A 点时的加速度
- D. 若 $OA = \frac{R}{2}$,则卫星运行到 B 点时的

速率大于 $\sqrt{\frac{2GM}{3R}}$

5. 在如图 4 所示的电路中,电源的电动势 $E=6\text{ V}$,内阻 $r=2\ \Omega$,滑动变阻器的阻值范围为 $0\sim 10\ \Omega$ 。开始时滑动变阻器接入电路的有效电阻为 $2\ \Omega$ 。要想使得电源的输出功率减小,滑动变阻器的滑片 P 的移动情况

应是()。

- A. 只有向 A 端移动
- B. 只有向 B 端移动
- C. 向 A 端或 B 端移动均可以

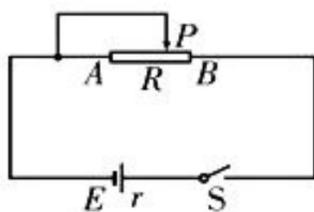


图 4

- D. 向 A 端或 B 端移动均不行

6. 如图 5 甲所示,位于水平面上的物体在水平恒力 F_1 作用下,做速度为 v_1 的匀速运动;若物体受到的作用力变为斜向上的恒力 F_2 ,如图 5 乙所示,则物体做速度为 v_2 的匀速运动。已知恒力 F_1 与 F_2 的功率相同,则下列关系式可能正确的是()。

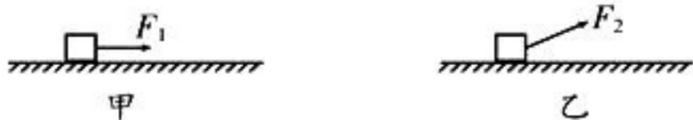


图 5

- A. $F_2 = F_1, v_1 > v_2$
- B. $F_2 = F_1, v_1 < v_2$
- C. $F_2 > F_1, v_1 > v_2$
- D. $F_2 < F_1, v_1 < v_2$

7. 如图 6 所示,两条平行光滑直金属导轨固定在水平面内,金属棒 ab 垂直于导轨放置,匀强磁场垂直于导轨所在平面向下,导轨左端接有阻值分别为 $R_1 = 5 \Omega$ 和 $R_2 = 6 \Omega$ 的两定值电阻和电阻箱,其余电阻不计。电路中的电压表量程为 $0 \sim 10 \text{ V}$,电流表量程为 $0 \sim 3 \text{ A}$ 。现将电阻箱的阻值调至 $R_0 = 30 \Omega$,用水平向右的拉力 $F = 40 \text{ N}$ 拉动金属棒 ab ,使它垂直于导轨向右平移,当金属棒 ab 达到稳定状态时,两电表中有一电表正好达到满偏,而另一电表未达到满偏。在金属棒 ab 达到稳定状态的情况下,下列说法中正确的是()。

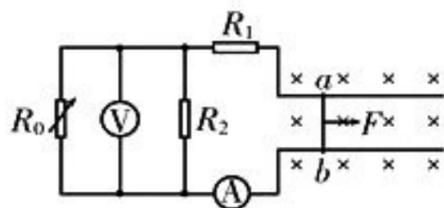


图 6

- A. 电流表达到满偏
- B. 电压表达到满偏
- C. 金属棒 ab 的速度大小是 1 m/s

D. 金属棒 ab 的速度大小是 2 m/s

8. 如图 7 所示,在方向水平向左,电场强度 $E = 1 \times 10^3 \text{ V/m}$ 的匀强电场中,一光滑半圆形绝缘轨道竖直放置,并与一水平绝缘轨道 AB 连接,半圆形轨道所在竖直平面与电场线平行,其半径 $R = 40 \text{ cm}$,现将一质量 $m = 40 \text{ g}$,带正电荷量 $q = 1 \times 10^{-4} \text{ C}$ 的小滑块在水平轨道 AB 上某处由静止释放,已知滑块与水平轨道之间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$,取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$,要使滑块恰能运动到半圆形轨道的最高点 Q ,下列说法中正确的是()。

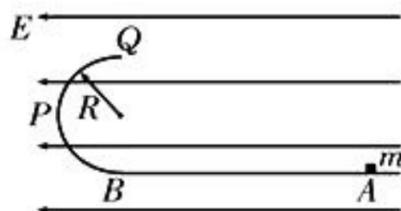


图 7

- A. 滑块应在水平轨道上离 B 点 16 m 处释放
- B. 滑块应在水平轨道上离 B 点 20 m 处释放
- C. 滑块通过半圆形轨道中点 P 时对轨道的压力为 0
- D. 滑块通过半圆形轨道中点 P 时对轨道的压力为 1.5 N

二、非选择题

(一)必考题

9. 某同学利用如图 8 所示的装置验证动量定理,具体操作步骤如下:



图 8

- A. 按照图示安装好实验装置,挂上砂桶(含少量砂子)
- B. 调节长木板的倾角,轻推小车后,使小车沿长木板向下运动,且通过两个光电门的时间相等
- C. 取下细绳和砂桶,测量砂子和桶的总质量 m ,并记下
- D. 保持长木板的倾角不变,不挂砂桶,

将小车置于靠近滑轮的位置,由静止释放小车,记录小车先后通过光电门甲和乙时显示的时间

E. 重新挂上细绳和砂桶,改变砂桶中砂子的质量,重复步骤 B、C、D

(1)若砂子和桶的总质量为 m ,小车的质量为 M ,重力加速度为 g ,则步骤 D 中小车加速下滑时所受合外力大小为____。(忽略空气阻力)

(2)用游标卡尺测量小车上遮光片的宽度,如图 9 所示,则其读数为____ mm。

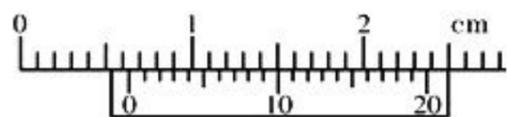


图 9

(3)若遮光片的宽度为 d ,光电门甲、乙之间的距离为 l ,遮光片通过光电门甲和乙时显示的时间分别为 t_1 、 t_2 ,则:

①小车通过光电门甲、乙时的速度分别为 $v_{甲} = \underline{\hspace{2cm}}$, $v_{乙} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

②小车下滑时所受合外力冲量的大小 $I = \underline{\hspace{2cm}}$,小车动量改变量的大小 $\Delta p = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用题中给出的物理量及重力加速度 g 表示)

③验证动量定理的表达式为____。

10. 某同学利用如图 10 所示的电路测量一微安表(量程为 $0 \sim 100 \mu\text{A}$,内阻约为 $2\,500 \Omega$)的内阻。可使用的器材有:两个滑动变阻器 R_1 、 R_2 (其中一个阻值为 20Ω ,另一个阻值为 $2\,000 \Omega$,C、D 分别为两个滑动变阻器的滑片);电阻箱 R_x (最大阻值为 $99\,999.9 \Omega$);电源 E (电动势约为 1.5 V);单刀单掷开关 S_1 和 S_2 。

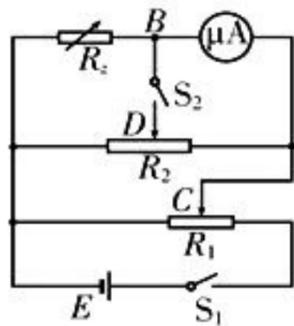


图 10

(1)完成下列填空:

①电路图中 R_1 的阻值为____ Ω (选填“20”或“2 000”)。

②为了保护微安表,开始时将滑动变阻器 R_1 的滑片 C 滑到接近其____端(选填“左”或“右”)对应的位置;将滑动变阻器 R_2 的滑片 D 置于其中间位置附近。

③将电阻箱 R_x 的阻值调至 $2\,500 \Omega$,接通开关 S_1 。将 R_1 的滑片 C 置于适当位置,再反复调节 R_2 的滑片 D 的位置,最终使得接通开关 S_2 前后,微安表的示数保持不变,这说明开关 S_2 接通前 B 点与滑片 D 所在位置的电势____(选填“相等”或“不相等”)。

④将电阻箱 R_x 和微安表的位置对调,其他条件保持不变,发现将电阻箱 R_x 的阻值调至 $2\,601 \Omega$ 时,在接通开关 S_2 前后,微安表的示数也保持不变。待测微安表的内阻为____ Ω (结果保留到个位)。

(2)写出一条提高测量微安表内阻精度的建议:____。

11. 如图 11 甲所示,足够长的斜面与水平面之间的夹角 $\theta = 30^\circ$,质量分别为 $m_1 = 0.5 \text{ kg}$ 和 $m_2 = 1 \text{ kg}$ 的 A、B 两个小物块用一根细线相连,两物块之间有一根被压缩的微型弹簧,由两物块与弹簧组成的系统可视为质点。某时刻,将两物块从 P 点由静止释放,当其运动至 Q 点时,细线突然断裂,压缩的微型弹簧使两物块瞬间分离,从分离时开始计时,两物块在短时间内运动的速度—时间图像如图 11 乙所示,取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求:

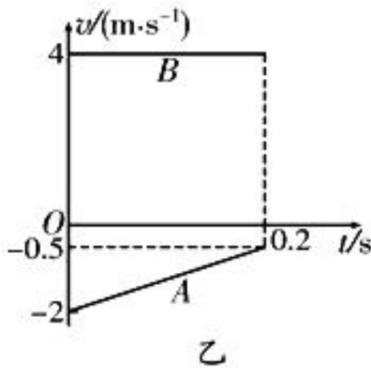
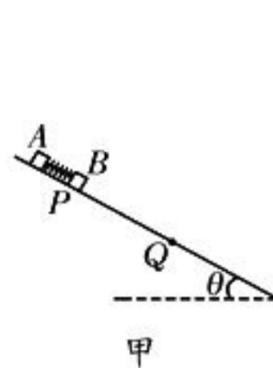


图 11

(1)两物块与斜面之间的动摩擦因数 μ_A 和 μ_B 。

(2)细线未断裂前微型弹簧储存的弹性势能 E_p 。

(3)两物块再次相遇前的最远距离 l 。

12. 两条不计电阻的光滑导轨平行铺设,弧线部分与水平直线部分光滑连接,两条导轨的间距 $l = 1 \text{ m}$,在水平部分有一长度 $s = 2 \text{ m}$,宽度与导轨间距相同的匀强磁场区域,磁感应强度的方向垂直于导轨所在平面。

导体棒 a 的质量 $M = 0.1 \text{ kg}$, 电阻 $r = 0.2 \Omega$, 垂直于导轨放置在磁场区域的正中间, 另一导体棒 b 的质量 $m = 0.2 \text{ kg}$, 电阻 $R = 0.4 \Omega$, 垂直于导轨放置在弧线部分高度 $h = 0.8 \text{ m}$ 处。如图 12 所示为轨道的侧面示意图, 导体棒与导轨接触部位的电阻不计, 磁场右侧的水平导轨足够长, 两导体棒在运动过程中, 始终保持与导轨垂直。在导体棒 a 被锁定的情况下, 无初速度地释放导体棒 b , 导体棒 b 运动到与导体棒 a 的间距为 $\frac{s}{4}$ 处停止, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 求:

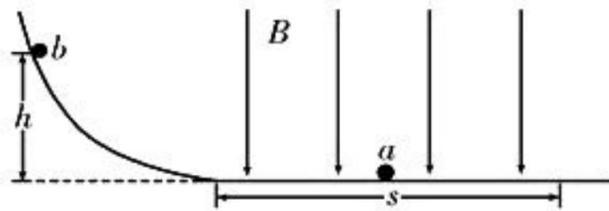


图 12

(1) 匀强磁场的磁感应强度 B 。

(2) 解除导体棒 a 的锁定, 重新在原高度处无初速度地释放导体棒 b , 则导体棒 a 从磁场区域右边界以 2 m/s 的速度滑出, 求此时导体棒 b 的速度大小 v_b 。

(3) 在(2)的情形下, 求最终导体棒 a 中产生的总热量 Q_a 。

(二) 选考题

13. [选修 3—3]

(1) 下列说法中正确的是_____。

A. 对物体做功可以改变物体的分子势能, 不可能使其温度升高

B. 气体的温度升高, 所有分子的运动速率都增大

C. 一定质量气体的内能等于其所有分子热运动动能和分子之间势能的总和

D. 若气体分子总数不变, 而气体温度升高, 则气体的压强可能不变

E. 一定质量的理想气体, 气体分子的热运动越剧烈, 气体的温度就越高

(2) 热等静压设备广泛应用于材料加工中。该设备工作时, 先在室温下把惰性气体用压缩机压入一个预先抽真空的炉腔中, 然后使炉腔升温, 利用高温高压环境对放入炉腔中的材料加工处理, 改善其性能。一台热

等静压设备的炉腔中某次放入固体材料后剩余的容积 $V = 0.13 \text{ m}^3$, 炉腔抽真空后, 在室温下用压缩机将 10 瓶氩气压入炉腔中。已知每瓶氩气的容积 $V_0 = 3.2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ 。使用前瓶中氩气的压强 $p_0 = 1.5 \times 10^7 \text{ Pa}$, 使用后瓶中剩余氩气的压强 $p' = 2.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ 。室温 $t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, 氩气可视为理想气体。

(i) 求压入氩气后炉腔中氩气在室温下的压强。

(ii) 将压入氩气后炉腔的温度提高到 $1\ 227 \text{ }^\circ\text{C}$, 求此时炉腔中氩气的压强。

14. [选修 3—4]

(1) 如图 13 甲所示为某时刻一简谐波的波形图, 如图 13 乙所示为该简谐波上位置坐标 $x = 5 \text{ m}$ 处质点的振动图像, 则该波的传播速度为 _____ m/s ; 若图甲是 $t = 5 \text{ s}$ 时刻的波形图, 则该波向 x 轴 _____ (选填“正”或“负”) 方向传播。

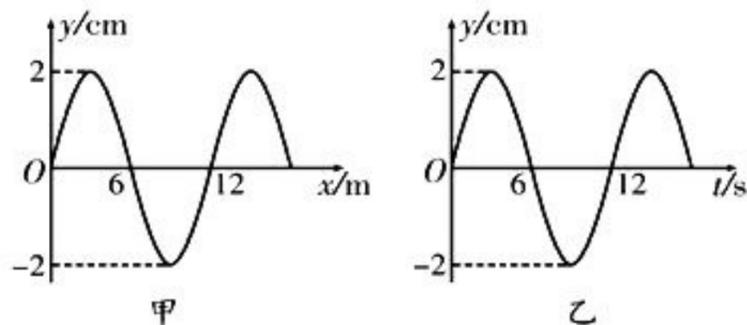


图 13

(2) 将一个等腰直角棱镜用平行于底面的截面截去顶角就制成了“道威棱镜”, 这样既可以减小棱镜的重量, 又可以减少光线在棱镜内部的杂乱反射。一个“道威棱镜”的截面如图 14 所示, 从 M 点发出的一束平行于底边 CD 的单色光从 AC 边射入, 已知棱镜玻璃的折射率 $n = \sqrt{2}$ 。

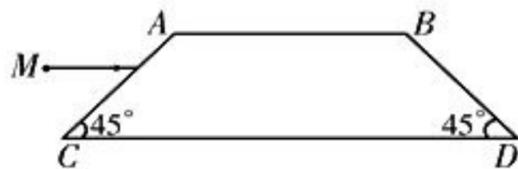


图 14

(i) 求光线进入“道威棱镜”时的折射角, 并通过计算判断光线能否从 CD 边射出。

(ii) 若 $l_{CD} = \sqrt{6}L$, 求光线在“道威棱镜”内部传播的时间。

(责任编辑 张 巧)



高考物理模拟试题(八)

■江苏省阜宁中学 蒋守培(特级教师,正高级教师)

一、选择题(第 1~5 题为单选题,第 6~8 题为多选题)

1. 假设太阳系中天体的密度不变,天体直径和天体之间的距离都缩小到原来的一半,则下列描述地球绕太阳公转的物理量中不变的是()。

- A. 线速度
- B. 向心力
- C. 公转周期
- D. 向心加速度

2. 如图 1 所示,在螺旋管中通入正弦式交变电流,当电子沿其轴线方向射入后,电子在螺旋管中的运动情况是()。



图 1

- A. 往复运动
- B. 匀速圆周运动
- C. 匀速直线运动
- D. 匀变速直线运动

3. 火车停靠在车站时,顶部 A 点有水滴每隔相同时间滴落一滴,都落在车厢地板上的 O 点。当火车启动做匀加速直线运动时,水滴的落地点()。

- A. 都在 O 点
- B. 都在 O 点一侧的同一点
- C. 在 O 点一侧不同点,且相距越来越远
- D. 在 O 点一侧不同点,且相距越来越近

4. 两个质量相同的小圆环 A、B 用细线相连,圆环 A 穿在光滑的水平直杆上, A、B 两圆环从如图 2 所示的位置由静止开始运动。在圆环

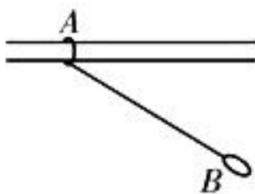


图 2

B 摆到最低点的过程中,下列说法正确的是()。

- A. 圆环 B 的机械能守恒
- B. 圆环 B 重力的功率一直减小
- C. 由 A、B 两圆环组成的系统动量守恒
- D. 当圆环 B 摆到最低点时,圆环 A 的速度最大

5. 天然放射性元素 ${}_{90}^{232}\text{Th}$ (钍)经过一系列 α 衰变和 β 衰变之后,变成 ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ (铅)。下列说法中正确的是()。

- A. 铅核比钍核少 24 个中子
- B. 衰变前后原子核的总质量保持不变
- C. 衰变过程中共有 6 次 α 衰变和 4 次 β 衰变
- D. 提高环境温度可以增大衰变速率

6. 如图 3 所示,光滑细杆上套有两个质量均为 m 的小球,两小球之间用轻质弹簧相连,弹簧原长为 L ,将长为 $2L$ 的细线拴在两小球上。现将质量为 M 的物块用光滑的钩子挂在细线上,从细线绷直开始释放,物块向下运动。下列说法中正确的是()。

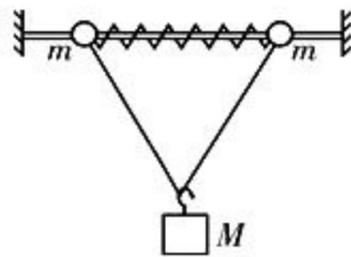


图 3

- A. 物块运动到最低点时,两小球的动能为零
- B. 物块的速度最大时,弹簧的弹性势能最大
- C. 物块的速度最大时,细杆对两小球的支持力等于 $(M+2m)g$

D. 物块运动到最低点时, 细杆对两小球的支持力小于 $(M+2m)g$

7. 如图 4 所示, $OABC$ 为正三棱锥, 在顶点 O 固定带电荷量为 $+Q$ 的点电荷, 下列说法中正确的是()。

- A. 平面 ABC 是等势面
- B. A 、 C 两点的电场强度相同
- C. 在平面 ABC 中, 其中心处的电场强度最大
- D. 带正电的检验电荷沿 AB 边移动时, 静电力先做负功后做正功

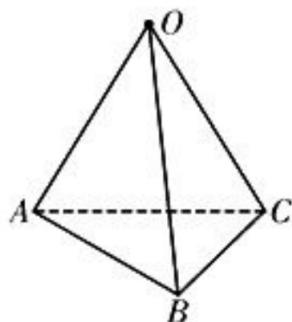


图 4

8. 如图 5 所示, MN 和 PQ 是两根相互平行, 竖直放置的光滑金属导轨, 导轨足够长, 且电阻不计。金属杆 ab 与导轨垂直放置, 且始终与导轨接触良好, 金属杆 ab 具有一定的质量和电阻。开始时,

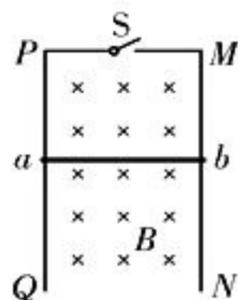


图 5

将开关 S 断开, 让金属杆 ab 由静止开始自由下落, 经过一段时间, 将开关 S 闭合。取闭合开关 S 瞬间为 $t=0$ 时刻, 则如图 6 所示的金属杆 ab 受到的安培力 F 、金属杆 ab 下滑时的速度 v 、金属杆 ab 中的电流 i 、通过金属杆 ab 的电荷量 q 随时间 t 变化的四幅图像中, 正确的是()。

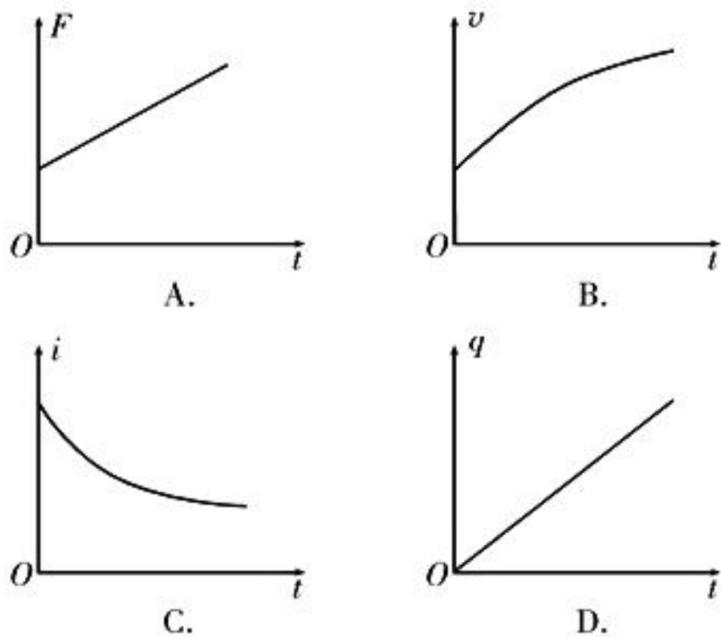


图 6

二、非选择题

(一) 必考题

9. 如图 7 所示, 某同学利用光电计时器等器材做“验证机械能守恒定律”的实验。将一直径为 d , 质量为 m 的金属小球从 A 点由静止释放, 小球在下落过程中能通过 A 点正下方, 固定于 B 点的光电门, 测得 A 、 B 两点之间的距离为 H ($H \gg d$), 光电计时器记录下小球通过光电门所用的时间为 t , 当地的重力加速度为 g 。则:

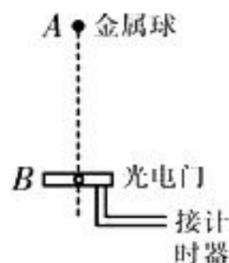


图 7

(1) 用游标卡尺测量小球直径的读数如图 8 所示, 则小球的直径 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm。

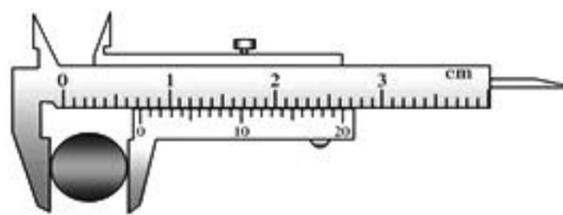


图 8

(2) 小球经过光电门时的速度表达式为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 多次改变高度 H , 重复上述实验, 作出 $\frac{1}{t^2}$ 随 H 的变化图像如图 9 所示, 当已知量 t_0 、 H_0 和重力加速度 g 、小球的直径 d 满足表达式 $\left(\frac{d}{t_0}\right)^2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 时, 可判断小球在下落过程中的机械能守恒。

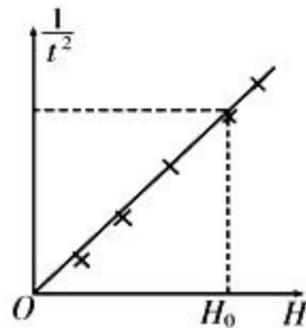


图 9

(4) 实验中发现动能的增加量 ΔE_k 总是稍小于重力势能的减少量 ΔE_p , 增加下落高

度后, $\Delta E_p - \Delta E_k$ 将____(选填“增大”“减小”或“不变”)。

10. 利用电压表和电阻箱可以测量电池的电动势和内阻。

某同学找到了如下实验器材: 电池组(电动势约为 6.0 V, 内阻约为 1 Ω), 灵敏电流计 G(满偏电流 $I_g = 100 \mu\text{A}$, 内阻 $R_g = 100 \Omega$), 定值电阻 R_1 (阻值为 1 Ω), 定值电阻 R_2 (阻值为 59.9 k Ω), 变阻箱 R_3 (阻值范围为 0~9.9 Ω), 开关、导线若干。该同学发现还需要一个合适的电压表, 于是决定把灵敏电流计 G 改装成电压表使用。

(1) 将灵敏电流计 G 改装成量程为 0~6 V 的电压表, 需将灵敏电流计 G 与____(选填“ R_1 ”“ R_2 ”或“ R_3 ”)串联。

(2) 为了准确地测量出电池组的电动势和内阻, 请将如图 10 所示的实验电路图补充完整, 并在对应的电阻旁边标上 R_1 、 R_2 或 R_3 。

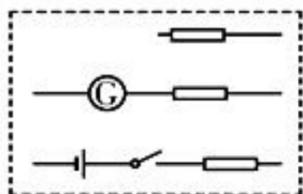


图 10

(3) 经过多次测量, 得出如图 11 所示的图像。根据图像求得该电池组的电动势 $E =$ ____ V, 内阻 $r =$ ____ Ω 。(结果保留 2 位有效数字)

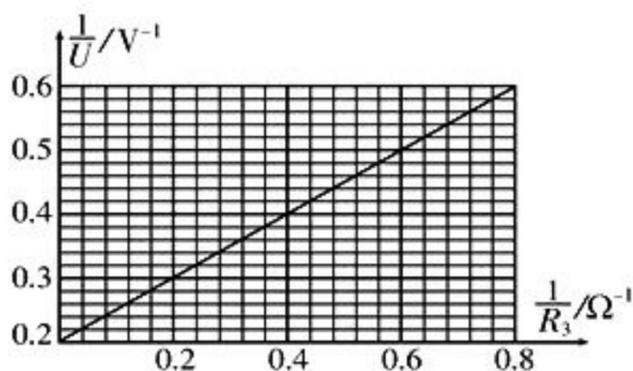


图 11

11. 如图 12 所示, 质量 $M = 4 \text{ kg}$, 长度 $L = 2 \text{ m}$ 的木板 A 静止在光滑水平面上, 质量 $m = 1 \text{ kg}$ 的小滑块 B 置于木板 A 的左端。滑块 B 在水平恒力 $F = 3 \text{ N}$ 的作用下由静止开始运动, 当滑块 B 运动至木板 A 的中点时

撤去外力 F 。已知木板 A 与滑块 B 之间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求:



图 12

(1) 撤去外力 F 之前, 木板 A 和滑块 B 的加速度大小 a_1 、 a_2 。

(2) 力 F 对滑块 B 做的功 W 。

(3) 在整个运动过程中, 因摩擦而产生的热量 Q 。

12. 如图 13 所示, 在直角坐标系 xOy 的第一象限内存在沿 y 轴负方向的有界电场, 其中的两条边界分别与 x 轴正半轴和 y 轴正半轴重合, 电场强度为 E ; 在第二象限内分布着垂直于纸面向里的有界磁场(图中未画出), 磁场边界为矩形, 其中的一条边界与 y 轴正半轴重合, 磁感应强度为 B 。一质量为 m , 带电荷量为 q 的正离子, 从电场中的 P 点以某初速度沿 x 轴负方向开始运动, 经过坐标为 $(0, L)$ 的 Q 点时, 速度大小 $v_Q = \frac{qBL}{3m}$, 方向与 y 轴负方向的夹角 $\theta = 30^\circ$, 经磁场偏转后能够返回电场中, 离子重力不计。求:

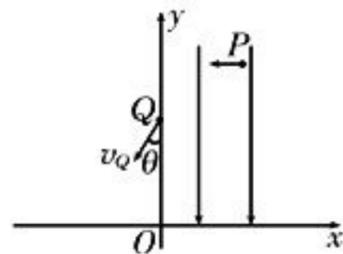


图 13

(1) 离子在 P 点时的初速度大小。

(2) 矩形磁场在 x 轴方向上的最小宽度。

(3) 离子在磁场中运动的最长时间。

(二) 选考题

13. [选修 3-3]

(1) “回热式热机”的热循环过程可等效为如图 14 所示的 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ 的曲线, 理想气体在 $a \rightarrow b$ 、 $c \rightarrow d$ 过程中做等温变化, 在 $b \rightarrow c$ 、 $d \rightarrow a$ 过程中做等容变化, 则____。

A. 气体在 a 状态时的温度比在 c 状态时的温度低

B. 在 $b \rightarrow c$ 和 $d \rightarrow a$ 两过程中气体吸、放

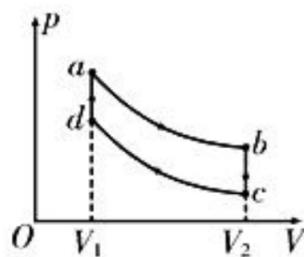


图 14

热的绝对值相等

C. 在 $c \rightarrow d$ 的过程中, 外界对气体做的功全部用于增加其内能

D. 在整个循环过程中, 气体从外界吸收热量

E. a 状态下单位时间与器壁单位面积碰撞的气体分子数比 b 状态下的多

(2) 如图 15 所示, 粗细均匀的弯曲玻璃管 A、B 两端开口, 管内有一段水银柱, 管内左侧水银面与管口 A 之间的气柱长 $l_A = 40 \text{ cm}$, 现将玻璃管 A 端竖直插入水银槽中, 待稳定后管内左侧水银面相对玻璃管下降了 2 cm 。设被封闭的气体为理想气体, 整个过程中温度保持不变, 已知大气压强 $p_0 = 76 \text{ cmHg}$, 求:

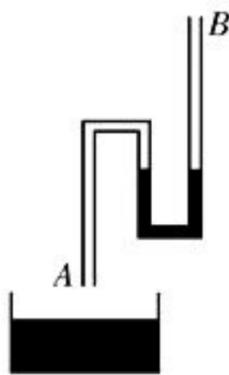


图 15

求:

- (i) 稳定后 A 端上方气柱的压强。
- (ii) 稳定后 A 端上方气柱的长度。

14. [选修 3—4]

(1) 小明同学将两根不同材质的绳子 a 、 b 系在一起演示机械波, 他在 a 绳左端保持相同规律上下抖动绳子, 某时刻绳上呈现如图 16 所示的波形, 此时 a 绳最左端的振动方向____, 可以判断 a 绳最左端的起振方向____ (均选填“向上”或“向下”); 机械波在 a 绳中的传播周期____在 b 绳中的传播周期, 在 a 绳中的传播速度____在 b 绳中的传播速度 (均选填“大于”“小于”或“等于”)。

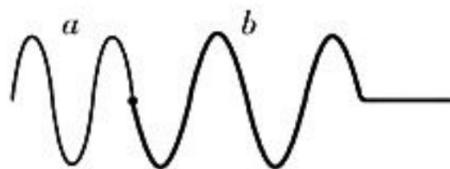


图 16

(2) 如图 17 所示是一种恒偏向棱镜的截

面图, 它是两个 $30^\circ - 60^\circ - 90^\circ$ 棱镜和一个 $45^\circ - 45^\circ - 90^\circ$ 棱镜的合体, 其折射率 $n = \sqrt{2}$ 。一条光线从 ab 边射入棱镜后在棱镜中平行于 ac 连线行进, 最终从 ad 边射出。已知光在真空中的传播速度为 c 。求:

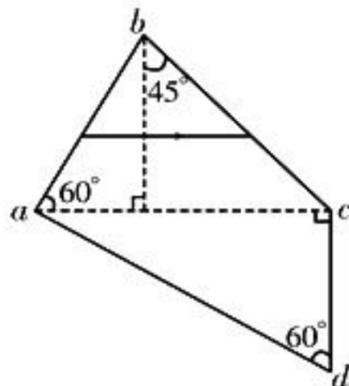


图 17

- (i) 该光线在棱镜中的传播速度。
- (ii) 该光线经过整个棱镜后的偏向角。

(责任编辑 张 巧)

编者注:强化对核心考点的演练、注重对经典题型的归纳, 是学好物理的秘诀。在高三下半年的复习进程中, 本刊编辑部特邀请多位一线名师, 参照高考全国卷的命题模式命制了多套模拟试卷, 旨在帮助同学们以练促学, 科学备战。同学们通过独立完成这些模拟试卷可以及时检验自己的学习成果, 完成有针对性的查漏补缺工作, 实现备考水平的逐步提升。在高考冲刺阶段的复习过程中, 特别提醒同学们一定要稳扎稳打, 做好知识储备和能力储备, 不要轻信所谓的高考绝招、高考押题等。所谓的高考绝招, 其实就是总结的一些基础知识和解题方法, 在面对从来没有见过的高考试题时, 仅仅知道这些高考绝招, 记住这些知识和方法是远远不够的; 所谓的高考押题, 其实就是根据往年高考考查重点编写的高考模拟题, 然而高考试题年年相似、年年不同, 想靠一份押题获得好成绩往往只能是竹篮打水一场空。只有通过认真细致的科学备考, 拥有足够的知识储备、能力储备, 才能在高考考场上, 以不变应万变, 获得最后的成功。

平抛运动与斜面结合问题的剖析

■内蒙古鄂尔多斯市第一中学 郝占忠

平抛运动经常和斜面结合起来命题,求解此类问题的关键是挖掘隐含的几何关系。下面举例说明,供同学们参考。

一、物体从斜面顶端平抛,最终落回到斜面上

解决这类问题的关键在于深刻理解通过与斜面的关联而给出的隐含条件,隐含条件的本质是给出了位移的方向,即位移方向与水平方向间的夹角与斜面的倾角相等,进而

可以得出 $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$,若初速度

已知,则可以利用该式算出物体的运动时间。

1. 研究从斜面顶端开始平抛并落回到斜面上的时刻。

(1)全过程中物体的位移方向沿斜面方向,即物体的竖直分位移与水平分位移之比等于斜面倾角的正切值。

(2)物体的竖直分速度与水平分速度之比等于斜面倾角正切值的两倍。

例 1 如图 1 所示,在倾角为 θ 的光滑斜面顶端,以初速度 v_1 水平抛出一个物体 a ,同时小物体 b 以初速度 v_2 沿斜面下滑,两物体同时到达斜面上的 P 点,则二者的初速度 v_1 和 v_2 大小之比为()。

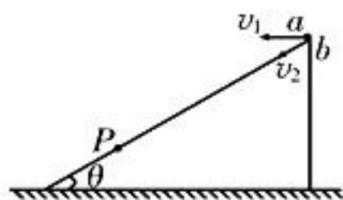


图 1

- A. 1 : 1 B. 1 : $\cos \theta$
 C. $\cos \theta$: 1 D. 1 : $\cos^2 \theta$

解析:物体 b 沿光滑斜面下滑,初速度大小为 v_2 ,加速度大小为 $g \sin \theta$ 。物体 a 做平

抛运动,将其沿斜面方向和垂直于斜面方向进行分解,则沿斜面方向的初速度大小为 $v_1 \cos \theta$,加速度大小为 $g \sin \theta$ (与物体 b 的加速度相同)。两物体要想在斜面上的某点相遇,则必须保持二者沿斜面方向的初速度大小相等,即 $v_1 \cos \theta = v_2$,因此 $v_1 : v_2 = 1 : \cos \theta$ 。

答案:B

说明:当两物体同时从同一高度(或同一点)抛出时,两物体在竖直方向上均做自由落体运动,始终在同一高度上,二者的间距只取决于两物体的水平分运动。

2. 研究速度与斜面平行的时刻。

(1)物体的竖直分速度与水平分速度之比等于斜面倾角的正切值。

(2)该时刻是全运动过程的中间时刻。

(3)该时刻之前与该时刻之后物体沿竖直方向的位移之比为 1 : 3。

(4)该时刻之前与该时刻之后物体沿斜面方向的位移之比不是 1 : 3。

例 2 如图 2 所示,在倾角为 θ 的斜面顶端以初速度 v_0 水平抛出一小球,该斜面足够长,则从抛出开始计时,经过多长时间小球离开斜面的距离达到最大,最大距离为多少?

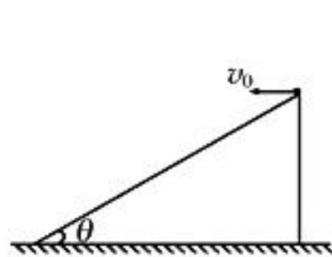


图 2

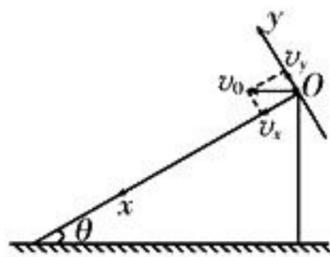


图 3

解析:将小球的平抛运动分解为沿斜面向下和垂直于斜面向上的分运动,观察分运动的情况可以凸显小球离开斜面距离达到最大的物理本质。取沿斜面向下为 x 轴的正方

向,垂直于斜面向上为 y 轴的正方向,如图 3 所示。在 y 轴上,小球做初速度 $v_y = v_0 \sin \theta$,加速度 $a_y = -g \cos \theta$ 的匀变速直线运动,则 $v_{iy}^2 - (v_0 \sin \theta)^2 = -2gy \cos \theta$, $v_{iy} - v_0 \sin \theta = -gt \cos \theta$ 。当 $v_{iy} = 0$ 时,小球在 y 轴上运动到最高点,即小球离开斜面的距离达到最大,且最大距离 $H = y = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g \cos \theta}$ 。

当 $v_{iy} = 0$ 时,小球运动的时间就是小球从抛出至运动到离开斜面最大距离所用的时间,

则所用时间 $t = \frac{v_0}{g} \tan \theta$ 。

二、物体平抛后垂直撞击斜面

物体在垂直撞击斜面的时刻满足的几何关系是速度方向与水平方向间的夹角与斜面的倾角互余。

例 3 如图 4 所示,以初速度 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 水平抛出的物体,飞行一段时间后,垂直地撞在倾角 $\theta = 30^\circ$ 的斜面上,取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$,则物体完成这段飞行所用的时间是()。

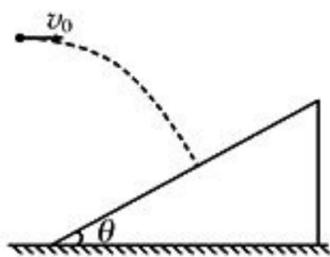


图 4

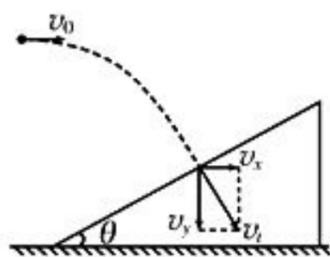


图 5

- A. $\frac{\sqrt{3}}{3} \text{ s}$
- B. $\frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ s}$
- C. $\sqrt{3} \text{ s}$
- D. 2 s

解析:将物体的末速度 v_i 分解为水平分速度 v_x 和竖直分速度 v_y ,如图 5 所示。根据平抛运动规律可知,物体沿水平方向的分速度始终保持不变,即 $v_x = v_0$ 。因为 v_i 与斜面垂直, v_y 与水平面垂直,所以 v_x 与 v_y 间的夹角等于斜面的倾角 θ ,则 $\tan \theta = \frac{v_x}{v_y}$ 。根据平抛运动规律可知,物体在竖直方向上做自由落体运动,则 $v_y = gt$ 。联立以上各式解得 $v_y = 10\sqrt{3} \text{ m/s}$, $t = \sqrt{3} \text{ s}$ 。

答案:C

说明:对于一个做平抛运动的物体来说,

如果知道了某一时刻的速度方向,那么往往可以从分解速度的角度来研究问题;如果知道了某一时刻的位移方向,那么往往可以从分解位移的角度来研究问题。

三、物体在斜面上做类平抛运动

平抛运动是一种典型的匀变速曲线运动,如果物体所受的恒力并非重力,但其初速度也与加速度垂直,则该物体的运动也是匀变速曲线运动,其轨迹也是抛物线,其运动规律与平抛运动规律很类似,那么可以将其称为“类平抛运动”,比如小球在光滑斜面上沿水平方向或沿斜面抛出后在斜面上的运动就是类平抛运动。

例 4 如图 6 所示,光滑斜面的倾角为 θ ,斜边长为 L ,斜面顶端有一小球以平行于底边的初速度 v_0 水平抛出,则小球滑到斜面底端时,在水平方向上的位移为多大? 小球到达斜面底端时的速度为多大?

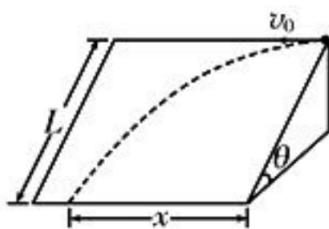


图 6

解析:将小球在斜面上的运动分解为沿 v_0 方向的匀速直线运动和垂直于 v_0 方向的初速度为零的匀加速直线运动,则 $x = v_0 t$, $mg \sin \theta = ma$, $L = \frac{1}{2} at^2$,解得加速度 $a = g \sin \theta$,运动时间 $t = \sqrt{\frac{2L}{g \sin \theta}}$,水平位移 $x = v_0 \sqrt{\frac{2L}{g \sin \theta}}$ 。设小球运动到斜面底端时的速度为 v ,根据动能定理得 $mgL \sin \theta = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_0^2$,解得 $v = \sqrt{v_0^2 + 2gL \sin \theta}$ 。

说明:求解物体在斜面上的类平抛运动问题的关键是准确分析物体的运动性质,灵活运用平抛运动的基本规律和方法技巧。

跟踪训练

1. 如图 7 所示,在一固定斜面体的顶点以大小相同的初速度 v_0 同时水平向左与水

平向右抛出两个小球 A 和 B, 已知斜面体两侧斜坡的倾角分别为 37° 和 53° , 小球均落在坡面上。若不计空气阻力, 则 A、B 两小球的运动时间之比为()。

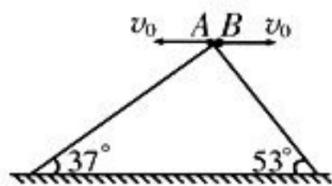


图 7

- A. 1 : 1 B. 4 : 3
 C. 16 : 9 D. 9 : 16

2. 如图 8 所示, 一固定斜面的倾角为 α , 高为 h , 一小球从斜面顶端沿水平方向抛出, 最终落至斜面底端, 不计小球运动过程中所受的空气阻力, 设重力加速度为 g , 则小球从抛出到离开斜面距离最大所经历的时间为()。

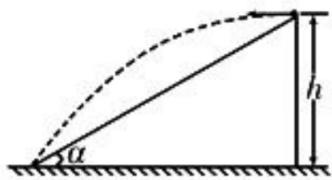


图 8

- A. $\sqrt{\frac{h}{2g}}$ B. $\sqrt{\frac{h \sin \alpha}{2g}}$
 C. $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ D. $\sqrt{\frac{h}{g}}$

3. 一水平抛出的小球落到一倾角为 θ 的斜面上时, 其速度方向与斜面垂直, 其运动轨迹如图 9 中虚线所示。小球在竖直方向上下落的距离与在水平方向上通过的距离之比为()。

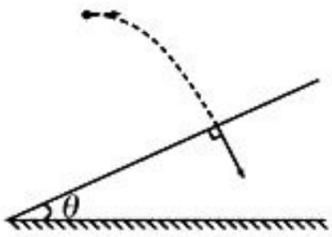


图 9

- A. $\tan \theta$ B. $2 \tan \theta$
 C. $\frac{1}{\tan \theta}$ D. $\frac{1}{2 \tan \theta}$

4. 如图 10 所示, A、B 两质点以相同的水平速度从坐标原点 O 沿 x 轴正方向抛出, 质点 A 在竖直平面内运动, 落地点为 P_1 , 质

点 B 紧贴光滑的斜面运动, 落地点为 P_2 , P_1 和 P_2 对应的 x 轴坐标分别为 x_1 和 x_2 , 不计空气阻力, 下列说法中正确的是()。

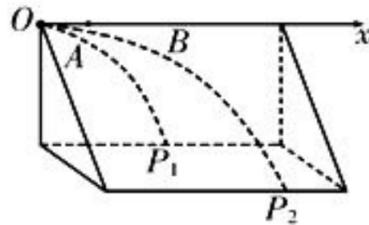


图 10

- A. $x_1 = x_2$ B. $x_1 > x_2$
 C. $x_1 < x_2$ D. 无法判断

参考答案:

1. D 提示: 小球 A 落在左侧坡面上时, 其位移与水平方向之间的夹角等于左侧斜坡的倾角 37° ; 小球 B 落在右侧坡面上时, 其位移与水平方向之间的夹角等于右侧斜坡的倾角 53° 。根据位移与水平方向之间的夹角的

正弦 $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$ 可得, 两小球的运动时间之比 $t_1 : t_2 = \tan 37^\circ : \tan 53^\circ = 9 : 16$ 。

2. A 提示: 小球从斜面顶端沿水平方向抛出, 最终落至斜面底端, 将小球的初速度分解为沿斜面向下的分速度 v_x 和垂直于斜面向上的分速度 v_y , 则当小球的竖直分速度 $v_{iy} = 0$ 时, 小球离开斜面的距离最大。

3. D 提示: 做平抛运动的小球垂直撞击斜面时, 其速度与竖直方向之间的夹角等于斜面的倾角 θ , 则 $\tan \theta = \frac{v_0}{gt}$, 小球在竖直方向上下落的距离与在水平方向上通过的距离之比 $\frac{y}{x} = \frac{gt}{2v_0} = \frac{1}{2 \tan \theta}$ 。

4. C 提示: A、B 两质点的初速度(设为 v_0)相同, 则二者沿 x 轴方向的分运动均为速度为 v_0 的匀速直线运动, 二者沿 x 轴方向的位移大小取决于运动的时间, 因为质点 B 沿斜面滑行的加速度 a ($a = g \sin \theta$) 小于 g , 沿斜面方向的分位移比质点 A 沿竖直方向的分位移大, 所以质点 B 落地所用的时间较长, 即 $x_2 > x_1$ 。

(责任编辑 张 巧)

例谈动量守恒定律在“滑块—斜(曲)面”模型中的应用

江苏省苏州大学附属中学 王惠婷

自从2017年考试大纲将“选修3—5”模块调整为必修必考内容之后,将动量、能量、动力学知识融合在一起进行考查的试题就成了高考命题的热点之一。下面就以涉及“滑块—斜(曲)面”模型的问题为例,剖析动量守恒定律在此类问题中的具体应用,供同学们参考。

一、“滑块—斜(曲)面”模型解读

1. “滑块—斜面”模型

如图1所示,质量为 M 的斜面体静止在光滑水平面上,一个质量为 m 的小球沿水平面以速度 v_0 滑向斜面体。假设小球不能越过斜面,则小球到达斜面上的最高点(小球沿竖直方向的分速度为0)时,斜面体和小球具有相同的水平速度。

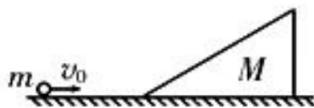


图1

2. “滑块—曲面”模型

如图2所示,质量为 M 的曲面体静止在光滑水平面上,曲面体的光滑弧面底部与水平面相切,一个质量为 m 的小球沿水平面以速度 v_0 滑向曲面体。假设小球不能越过曲面,则小球到达曲面上的最高点(小球沿竖直方向的分速度为0)时,曲面体和小球具有相同的水平速度。



图2

总结:在“滑块—斜(曲)面”模型中,虽然系统所受合外力不为零,但是若在水平方向上受到的合外力等于零,则可以在水平方向上利用动量守恒定律分析求解。在此模型中斜(曲)面体和小球一起运动,当以斜(曲)面体为参考系时,小球到达最高点时相对斜(曲)面体的水平速度为0,二者共速。

二、利用动量守恒定律求解“滑块—斜(曲)面”模型问题

例1 如图3所示,一表面光滑的斜面体放置在光滑冰面上,斜面体右侧一蹲在滑板上的小孩和其面前的冰块均相对冰面静

止。某时刻小孩将冰块以相对冰面 3 m/s 的速度向斜面体推出,冰块平滑地滑上斜面,在斜面体上能够上升的最大高度 $h = 0.3 \text{ m}$ (h 小于斜面体的高度)。已知小孩与滑板的总质量 $m_1 = 30 \text{ kg}$,冰块的质量 $m_2 = 10 \text{ kg}$,小孩与滑板始终无相对运动,取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

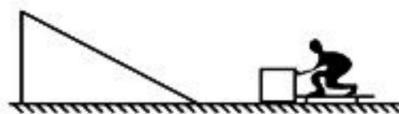


图3

(1)求斜面体的质量。

(2)通过计算判断冰块与斜面体分离后能否追上小孩。

解析:(1)规定向左为正方向,冰块在斜面体上上升到最大高度时二者具有共同的速度,设此共同速度为 v ,斜面体的质量为 m_3 。选由冰块和斜面体组成的整体为研究对象,在水平方向上动量和机械能均守恒,则 $m_2 v_0 = (m_2 + m_3) v$, $\frac{1}{2} m_2 v_0^2 = \frac{1}{2} (m_2 + m_3) v^2 + m_2 gh$,其中 $v_0 = 3 \text{ m/s}$,解得 $m_3 = 20 \text{ kg}$ 。

(2)规定向右为正方向,设小孩推出冰块后,小孩(含滑板)的速度为 v_1 ,选由小孩、滑板和冰块组成的整体为研究对象,根据动量守恒定律得 $m_1 v_1 - m_2 v_0 = 0$,解得 $v_1 = 1 \text{ m/s}$ 。设冰块与斜面体分离后,冰块和斜面体的速度分别为 v_2 和 v_3 ,把冰块滑上斜面和滑下斜面看成一个运动过程,则在这个过程中,由冰块和斜面体组成的整体在水平方向上受到的合外力为零,动量和机械能均守恒,

则 $-m_2 v_0 = m_2 v_2 + m_3 v_3$, $\frac{1}{2} m_2 v_0^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_3 v_3^2$,解得 $v_2 = 1 \text{ m/s}$ ($v_2 = -3 \text{ m/s}$ 舍去)。因为冰块与斜面体分离后

冰块的速度 v_2 与小孩推出冰块后小孩(含滑板)的速度 v_1 相同,且冰块处在小孩(含滑板)后方,所以冰块不能追上小孩。

点评:本题将“滑块—斜面”模型与追及相遇问题相结合,考查动量守恒定律和机械能守恒定律。判断冰块能否追上小孩时,把冰块滑上斜面和滑下斜面看成一个过程,列动量守恒和机械能守恒方程式即可求出冰块与斜面体分离后冰块的速度,然后利用追及相遇的判断条件即可得出正确结论。

例 2 如图 4 所示,一质量为 m 的小球以速度 v_0 滑上静置于光滑水平面上的光滑圆弧轨道。已知圆弧轨道的质量为 $2m$,小球在上升过程中始终未能冲出圆弧轨道,重力加速度为 g ,求:



图 4

(1) 小球在圆弧轨道上能够上升的最大高度。(用 v_0 、 g 表示)

(2) 小球离开圆弧轨道时的速度大小。

解析:(1) 小球在圆弧轨道上上升到最大高度处时,二者的速度相同,由小球和圆弧轨道组成的系统在水平方向上动量守恒,规定速度 v_0 的方向为正方向,则 $mv_0 = 3mv$,解得 $v = \frac{v_0}{3}$ 。根据机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 3mv^2 + mgh$,解得 $h = \frac{v_0^2}{3g}$ 。

(2) 规定速度 v_0 的方向为正方向,设小球离开圆弧轨道时,小球和圆弧轨道的速度分别为 v_1 和 v_2 ,把小球滑上圆弧轨道和滑下圆弧轨道看成一个运动过程,则在这个过程中,由小球和圆弧轨道组成的整体在水平方向上受到的合外力为零,动量和机械能均守恒,则 $mv_0 = mv_1 + 2mv_2$, $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_2^2$,解得 $v_1 = -\frac{1}{3}v_0$,即小球离开圆弧轨道时的速度大小为 $\frac{v_0}{3}$ 。

点评:本题是典型的“滑块—曲面”模型,(1)问直接列水平方向的动量守恒和机械能

守恒方程式即可求出小球在圆弧轨道上能够上升的最大高度,(2)问需要将小球滑上和滑下圆弧轨道看成一个运动过程,利用水平方向动量守恒和机械能守恒列式求解速度。

例 3 如图 5 所示,质量为 m 的半圆形轨道小车静止在光滑的水平地面上,其水平直径 AB 长为 $2R$,现将质量也为 m 的小球从距 A 点正上方 h_0 高处由静止释放,然后由 A 点滑入半圆形轨道后从 B 点冲出,在空中能够上升的最大高度为 $\frac{h_0}{2}$ (不计空气阻力),则()。

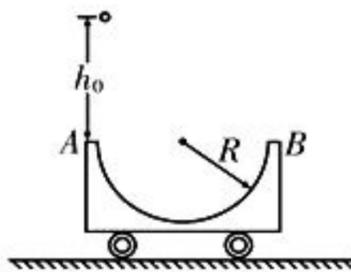


图 5

- A. 由小球和小车组成的系统动量守恒
- B. 小车向左运动的最大距离为 $\frac{1}{2}R$
- C. 小球从 B 点落回半圆形轨道后一定能从 A 点冲出
- D. 小球从 B 点离开半圆形轨道后做斜上抛运动

解析:由小球和小车组成的系统在水平方向上受到的合外力为零,在竖直方向上受到的合外力不为零,因此系统在水平方向上的动量守恒,而系统的总动量不守恒,选项 A 错误。规定向右为正方向,设小球从 B 点冲出时小车向左的位移为 x ,根据水平方向动量守恒得 $m \frac{2R-x}{t} - m \frac{x}{t} = 0$,解得 $x = R$,选项 B 错误。因为由小球和小车组成的系统在水平方向上动量守恒,在释放小球瞬间,系统的总动量为零,小球从 B 点离开半圆形轨道时,小球和小车在水平方向上达到共速,所以小球与小车沿水平方向的速度为零,即小球从 B 点离开半圆形轨道后做竖直上抛运动,选项 D 错误。设小球第一次滑过半圆形轨道的过程中克服摩擦力做的功为 W_f ,根据动能定理得 $mg(h_0 - \frac{h_0}{2}) - W_f = 0$,解得

$W_{\text{摩}} = \frac{1}{2}mgh_0$, 即小球第一次在小车中运动损失的机械能为 $\frac{1}{2}mgh_0$ 。因为小球第二次滑过半圆形轨道时, 与第一次相比, 对应位置处的速度变小, 小球需要的向心力变小, 所以小车对小球的弹力变小, 摩擦力变小, 摩擦力做功小于 $\frac{1}{2}mgh_0$, 机械能损失小于 $\frac{1}{2}mgh_0$, 小球再次到达 A 点时的水平速度为零, 竖直速度不为零, 将从 A 点冲出, 选项 C 正确。

答案: C

点评: 本题将“滑块—斜面”模型与圆周运动和抛体运动相结合, 考查动量守恒定律和动能定理。因为由小球和小车组成的系统在水平方向上的动量守恒, 总动量不守恒, 所以小球第一次到达 B 点和第二次到达 A 点时, 小球的水平速度均为零, 竖直速度均不为零, 均做竖直上抛运动。

跟踪训练

1. 如图 6 所示, 质量为 M 的楔形物体静止在光滑的水平地面上, 其斜面光滑且足够长(底端为微小段平滑连接的曲线形状), 与水平方向间的夹角为 θ 。一个质量为 m 的小物块在水平面上以初速度 v_0 滑向楔形物体, 当它从斜面底端沿斜面向上运动到最高点时, 速度大小为 v , 距地面高度为 h , 则下列说法中正确的是()。

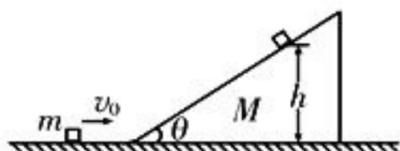


图 6

A. 由楔形物体和小物块组成的系统动量守恒

B. 由楔形物体和小物块组成的系统机械能不守恒

C. 楔形物体最终能够获得的最大速度为 $\frac{2m}{m+M}v_0$

D. 小物块沿斜面上升的最大高度为 $\frac{Mv_0^2 + mv_0^2 \sin^2 \theta}{2(m+M)g}$

2. 如图 7 所示, 水平放置的轻弹簧的一端固定在竖直墙壁上, 质量为 m 的光滑弧形槽静止在光滑水平面上, 底部与水平面平滑连接, 一个质量也为 m 的小球从弧形槽上 h 高处开始自由下滑, 则()。

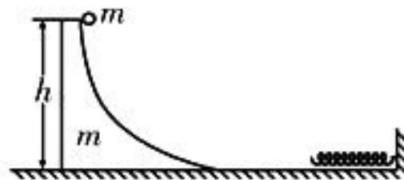


图 7

A. 在以后的运动过程中, 由小球和弧形槽组成的系统的动量始终守恒

B. 在下滑过程中, 小球和弧形槽之间的相互作用力始终不做功

C. 小球被弹簧反弹后, 小球和弧形槽都做速率不变的直线运动

D. 小球被弹簧反弹后, 由小球和弧形槽组成的系统的机械能守恒, 小球能回到弧形槽上 h 高处

3. 如图 8 所示, 光滑水平面上静置一光滑的半圆形槽, 槽的左侧有一固定在水平面上的物块。现让一小球自左侧槽口 A 点的正上方从静止开始下落, 自 A 点与半圆形槽相切进入槽内, 并从右侧槽口 C 点飞出, 则以下结论中正确的是()。

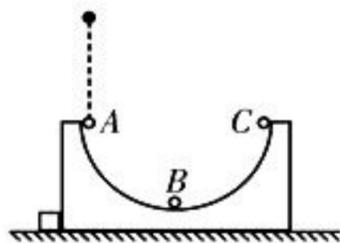


图 8

A. 小球在半圆形槽内运动的全过程中, 只有重力对它做功

B. 小球在半圆形槽内运动的全过程中, 由小球和半圆形槽组成的系统在水平方向上的动量守恒

C. 小球自半圆形槽的最低点 B 向 C 点运动的过程中, 由小球和半圆形槽组成的系统在水平方向上的动量守恒

D. 小球离开 C 点后, 将做竖直上抛运动

参考答案: 1. C 2. C 3. C

(责任编辑 张 巧)



巧用洛伦兹力处理

带电粒子在复合场中的运动

福建省南平市高级中学 应德勇

带电粒子在复合场中运动时,由于除了受到洛伦兹力还受到其他力的作用,使得带电粒子的运动往往不是单一的匀速圆周运动。在处理带电粒子在复合场中的非匀速圆周运动问题时,可以将洛伦兹力进行分解,再结合动力学观点、动量观点等分析求解。下面结合三个实例剖析带电粒子在复合场中做非匀速圆周运动时的三种处理方法。

一、正交分解洛伦兹力,结合动力学知识分析求解

带电粒子在磁场中运动,若受到轨道的限制,做曲线运动,则可将洛伦兹力正交分解,根据动力学知识确定带电粒子在两个方向上分别做什么类型的运动,利用运动的合成与分解规则分析求解。

例 1 如图 1 所示,下端封闭,上端开口,高 $h=5\text{ m}$,内壁光滑的细玻璃管竖直放置,管底有一质量 $m=10\text{ g}$,电荷量 $q=0.2\text{ C}$ 的小球。整个装置以速度 $v=5\text{ m/s}$ 沿垂直于磁场方向进入磁感应强度 $B=0.2\text{ T}$,方向水平(垂直于纸面向里)的匀强磁场中,由于外力的作用,玻璃管在磁场中的速度保持不变,最终小球从上端管口飞出。取重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ 。

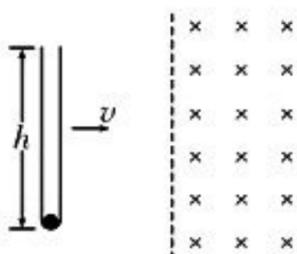


图 1

- (1)判断小球的电性。
- (2)求小球在管中运动的时间
- (3)求小球在管中运动的过程中增加的

机械能。

解析:(1)最终小球从上端管口飞出,说明小球在玻璃管中所受洛伦兹力方向竖直向上,又有磁场方向垂直于纸面向里,小球沿水平方向向右运动,根据左手定则可知,小球带正电。

(2)小球的实际运动速度可分解为水平分速度 v_x 和竖直分速度 v_y ,则与这两个分速度对应的洛伦兹力的分量分别是水平方向的 F_x 和竖直方向的 F_y ,其中竖直方向的洛伦兹力分量 $F_y = qv_x B = qvB$ 不变。在竖直方向上,根据牛顿第二定律得 $qvB - mg = ma$,解得 $a = 10\text{ m/s}^2$;根据匀变速直线运动的位移公式得 $h = \frac{1}{2}at^2$,解得 $t = 1\text{ s}$ 。

(3)小球飞出上端管口时,竖直分速度 $v_y = at = 10\text{ m/s}$,合速度 $v_{\text{合}} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 5\sqrt{5}\text{ m/s}$ 。小球在管中运动的过程中,动能的增加量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_{\text{合}}^2 - \frac{1}{2}mv^2 = 0.5\text{ J}$,重力势能的增加量 $\Delta E_p = mgh = 0.5\text{ J}$,机械能的增加量 $\Delta E = \Delta E_k + \Delta E_p = 1\text{ J}$ 。

二、正交分解洛伦兹力,结合动量定理分析求解

如图 2 所示,一带电粒子的电荷量为 q ,在磁感应强度为 B 的匀强磁场中做匀速圆周运动,某时刻带电粒子的速度 v 与 x 轴间的夹角为 θ ,受到的洛伦兹力为 F ,分别将 v 、

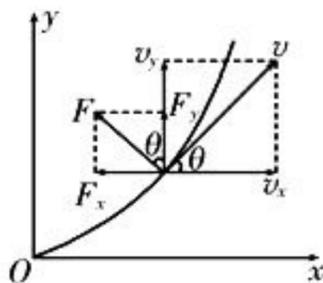


图 2

F 正交分解,则 $F_x = F \sin \theta = qBv \sin \theta = qBv_y$,在时间 t 内 F 沿 x 轴方向的冲量 $I_x = F_x t = qBv_y t = qBy$,同理,在时间 t 内 F 沿 y

轴方向的冲量 $I_y = F_y t = qBv_x t = qBx$ 。

例 2 如图 3 所示,光滑绝缘水平面上有一处于锁定状态的压缩轻质绝缘弹簧,其弹性势能 $E_p = 2mv_0^2$,弹簧两端与两小球 P、Q 接触但不拴接,质量为 $\frac{m}{3}$ 的小球 P 不带电,小球 Q 的质量为 m ,带电荷量为 $+q$ 。弹簧解除锁定后,小球 P、Q 向两边弹离。小球 Q 离开弹簧后垂直于边界 MN 进入右侧多层紧密相邻的匀强磁场和匀强电场区域,磁场与电场的宽度均为 d ,长度足够,各磁场的磁感应强度大小相同,方向竖直向下;各电场的电场强度大小相同,方向水平向右。小球 Q 穿出磁场 1 区域时,速度方向与磁场边界间的夹角 $\theta = 60^\circ$,假设电场和磁场均有理想边界,两小球均可视为质点。

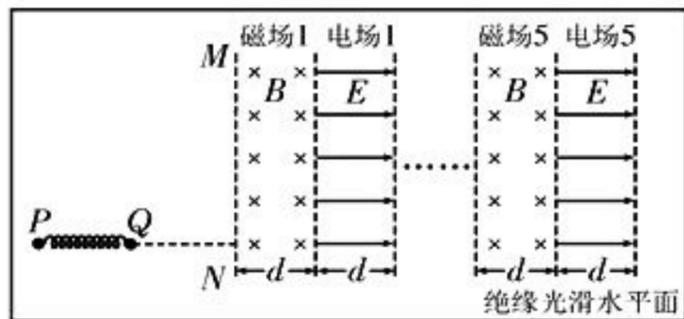


图 3

(1)求弹簧恢复原长时,小球 Q 的速度大小。

(2)若压缩弹簧的弹性势能范围为 $0 < E_p \leq 4mv_0^2$,写出小球 Q 穿出磁场 1 区域时速度方向与磁场边界间夹角的余弦值 $\cos \theta$ 与 E_p 之间的函数关系式。

(3)在(2)的前提下,若要小球 Q 不穿出磁场 5 区域的右侧边界,求电场强度的最大值。

解析:(1)弹簧弹开后,P、Q 两小球的动量等大反向,弹簧的弹性势能转化为 P、Q 两小球的动能,则 $\frac{m}{3}v_p = mv_Q$, $E_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{3} \cdot v_p^2 + \frac{1}{2}mv_Q^2$,其中 $E_p = 2mv_0^2$,解得 $v_p = 3v_0$, $v_Q = v_0$ 。

(2)小球 Q 穿出磁场 1 区域时与磁场边界间的夹角 $\theta = 60^\circ$,根据几何关系得 $R \cos \theta = d$, $qBv_Q = m \frac{v_Q^2}{R}$,解得 $B = \frac{mv_0}{2qd}$ 。若压缩弹簧

的弹性势能较小,小球 Q 的运动轨迹恰好与磁场 1 区域的右边界相切,则小球 Q 在磁场 1 区域中转半圈后垂直于边界 MN 向左射出,根据几何关系得 $R_1 = d$, $qBv_Q' = m \frac{v_Q'^2}{R_1}$,

解得 $v_Q' = \frac{v_0}{2}$ 。根据动量守恒定律和机械能守恒定律可知,此时 $v_p' = \frac{3v_0}{2}$, $E_p' = \frac{mv_0^2}{2}$ 。

小球 Q 垂直于边界 MN 向左射出,则 $\cos \theta = 0$ 。若压缩弹簧的弹性势能较大,小球 Q 从磁场 1 区域的右边界射出,则 $v_Q = \sqrt{\frac{E_p}{2m}}$,

$qBv_Q = m \frac{v_Q^2}{R}$, $\cos \theta = \frac{d}{R}$,解得 $\cos \theta = \sqrt{\frac{mv_0^2}{2E_p}}$ 。综上所述,当 $0 < E_p \leq \frac{mv_0^2}{2}$ 时,

$\cos \theta = 0$; 当 $\frac{mv_0^2}{2} < E_p \leq 4mv_0^2$ 时, $\cos \theta = \sqrt{\frac{mv_0^2}{2E_p}}$ 。

(3)小球 Q 不穿出磁场 5 区域的右侧边界,说明小球 Q 的运动轨迹恰好与磁场 5 区域的右边界相切,则小球 Q 经过了 4 个电场加速,根据动能定理得 $4q d E = \frac{1}{2}mv_5^2 -$

$\frac{1}{2}mv_Q^2$ 。因为仅沿竖直方向的洛伦兹力分量引起水平方向的动量变化,所以 $\sum qv_x B \Delta t = mv_5 - 0$, $\sum v_x \Delta t = 5d$,解得 $E = \frac{25mv_0^2 - 2E_p}{32qd}$,即压缩弹簧的弹性势能越小,

电场强度越大。当 $E_{pmax} = \frac{mv_0^2}{2}$,对应的电场强度最大,且最大电场强度 $E_{max} = \frac{3mv_0^2}{4qd}$ 。

三、运用速度分解观点,将一个洛伦兹力变为两个洛伦兹力分析求解

当带电粒子在电场(重力场)与磁场叠加的复合场中做复杂的曲线运动时,将带电粒子的初速度进行分解,使得其中一个方向的速度产生的洛伦兹力恰好与静电力(重力)相平衡,另一个方向的速度产生的洛伦兹力提

供带电粒子做匀速圆周运动所需的向心力,这样带电粒子的曲线运动就可以分解成匀速直线运动和匀速圆周运动两个分运动,利用动力学知识分析求解。

例 3 如图 4 所示,一质量为 m ,带电荷量为 $+q$ 的粒子,以初速度 v_0 从左端中央沿虚线射入正交的电场强度为 E 的匀强电场和磁感应强度为 B 的匀强磁场叠加区域,若 $v_0 > \frac{E}{B}$,当粒子从右端某点 C (图中未画出)离开时速率为 v_c ,侧移量为 s ,粒子重力不计,则下列说法中正确的是()。

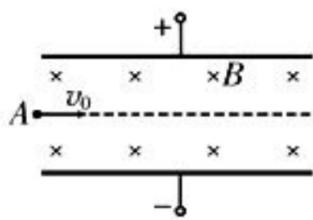


图 4

- A. $v_c = \sqrt{v_0^2 + \frac{2qEs}{m}}$
- B. 粒子有可能从虚线下方离开该区域
- C. 粒子到达 C 点时所受洛伦兹力一定大于静电力
- D. 粒子在该区域中的加速度大小恒为 $\frac{qv_0B - qE}{m}$

解析:在粒子穿过电场和磁场叠加区域的过程中,根据动能定理得 $-qEs = \frac{1}{2}mv_c^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$,解得 $v_c = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qEs}{m}}$,选项 A 错误。因为 $v_0 > \frac{E}{B}$,所以 $qv_0B > qE$ 。将粒子的初速度分解为水平向右的 v_1 和 $v_0 - v_1$,其中 $qv_1B = qE$,则粒子的运动可看成以速度 v_1 水平向右的匀速直线运动和以速率 $v_0 - v_1$ 沿逆时针方向的匀速圆周运动的合运动,因此粒子只可能在虚线上方离开该区域,选项 B 错误。粒子的加速度大小就是以速率 $v_0 - v_1$ 沿逆时针方向做匀速圆周运动的向心加速度大小,即 $a = \frac{q(v_0 - v_1)B}{m} = \frac{qB}{m} \left(v_0 - \frac{E}{B} \right) = \frac{qv_0B - qE}{m}$,选项 D 正确。粒子到达 C 点时

的速度 $v_c = \sqrt{v_0^2 - \frac{2qEs}{m}}$ 与 $v_1 = \frac{E}{B}$ 的大小关系不能确定,因此粒子受到的洛伦兹力不一定大于静电力,选项 C 错误。

答案:D

跟踪训练

1. 在某些精密实验中,为了避免变化的电场和磁场之间的相互干扰,可以用力学装置对磁场中的带电粒子进行加速。如图 5 所示,表面光滑的绝缘平板水平放置在磁感应强度为 B 的匀强磁场中,磁场方向垂直于竖直面(纸面)向里。平板上有一个质量为 m ,带电荷量为 q 的粒子,初始时刻带电粒子静止在绝缘平板上,与绝缘平板左侧边缘的距离为 d 。在机械外力作用下,绝缘平板以速度 v_1 竖直向上做匀速直线运动。一段时间后带电粒子从绝缘平板的左侧飞出,并垂直入射到一块与绝缘平板相互垂直的荧光屏上,不计带电粒子的重力。

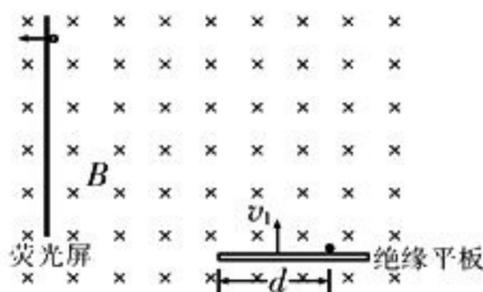


图 5

- (1) 判断带电粒子的电性,并说明理由。
 - (2) 求带电粒子在绝缘平板上的运动时间 t 。
 - (3) 求整个运动过程中带电粒子沿竖直方向位移的大小 h 。
2. 如图 6 所示,光滑绝缘水平面上的磁场边界 MN 处,有一处于静止状态的小球 Q ,小球 Q 的质量为 m ,带电荷量为 $+q$ 。在小球 Q 的左侧有一质量为 m ,不带电的绝缘小球 P 。现给小球 P 一水平向右的初速度 v_0 ,小球 P 与 Q 发生弹性碰撞后,小球 Q 垂直于边界 MN 进入相邻的匀强磁场和匀强电场区域,磁场与电场的宽度均为 d ,长度足够,各磁场的磁感应强度大小为 B ,方向竖直向下;各电场的电场强度大小为 E ,方向水平

向右。小球 Q 穿出第一个磁场区域时,速度方向与磁场边界间的夹角 $\theta=60^\circ$ 。假设电场和磁场均有理想边界,两小球均可视为质点,求:

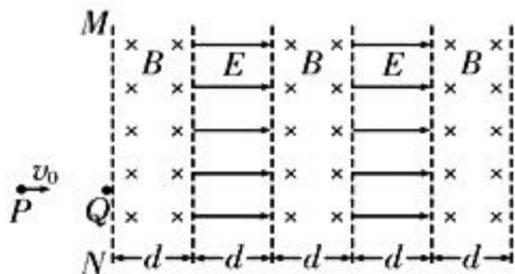


图 6

- (1) 小球 Q 在第一个磁场中运动的时间 t 。
- (2) 小球 P 的初速度大小 v_0 。
- (3) 若要小球 Q 恰好不穿出第三个磁场的右侧边界,求电场强度的大小。

3. 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中,一质量为 m ,带电荷量为 $+q$ 的小球在 O 点由静止释放,小球的运动轨迹如图 7 中曲线所示。重力加速度为 g ,求:

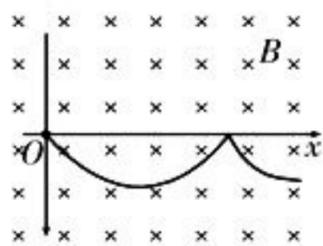


图 7

- (1) 小球在运动过程中第一次下降的最大距离 y_{\max} 。
- (2) 当在上述磁场中加一竖直向上的电场强度为 E ($E > \frac{mg}{q}$) 的匀强电场时,小球从 O 点由静止释放后获得的最大速率 v_{\max} 。

参考答案:1. (1) 粒子带正电,因为粒子能够向左运动离开绝缘平板,说明粒子在随绝缘平板向上运动的时候受到向左的洛伦兹力,根据左手定则可判断粒子带正电;(2) $t =$

$$\frac{\sqrt{2dm}}{qv_1 B}; \quad (3) \quad h = \frac{\sqrt{2dmv_1}}{qB} + \frac{m(2qdv_1 B + mv_1^2)}{qB} \left(1 - \frac{\sqrt{2qdB}}{2qdB + mv_1}\right)。$$

提示:(2)带电粒子在竖直方向上做匀速直线运动,受到向左的洛伦兹力,在水平方向上做匀加速直线运动,根据牛顿第二定律和运动学公式可以求得带电粒子在绝缘平板上的运动时间。(3)带电粒子在绝缘平板上运

动时,在竖直方向上随绝缘平板一起做匀速直线运动,根据运动学公式可以求得带电粒子上升的高度 h_1 。带电粒子离开绝缘平板时具有竖直向上的速度 v_1 和水平向左的速度 v_2 ,带电粒子离开绝缘平板后以速率 $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$ 做匀速圆周运动,根据洛伦兹力提供向心力和几何知识可以求得带电粒子离开绝缘平板后沿竖直方向的位移 h_2 。 $h_1 + h_2$ 即为整个运动过程中带电粒子沿竖直方向位移的大小。

$$2. (1) t = \frac{\pi m}{6qB}; (2) v_0 = \frac{2qdB}{m}; (3) E = \frac{5qdB^2}{4m}。$$

提示:(1)根据平面几何知识可知,小球 Q 在第一个磁场中运动的圆心角为 30° ,运动时间为 $\frac{T}{12}$ 。(2)小球 Q 穿出第一个磁场区域时,速度方向与磁场边界间的夹角为 60° ,根据平面几何知识得 $R = 2d$,根据洛伦兹力提供向心力、动量守恒定律和机械能守恒定律可以求得小球 P 的初速度大小 v_0 。(3)小球 Q 的运动轨迹恰好与第三个磁场右边界相切时,恰好不穿出第三个磁场的右侧边界,根据动能定理和仅竖直方向的洛伦兹力分量引起水平方向的动量变化,可以求得电场强度的大小。

$$3. (1) y_{\max} = \frac{2m^2 g}{q^2 B^2}; (2) v_{\max} = \frac{2(qE - mg)}{qB}。$$

提示:(1)粒子的初速度为零,可分解为水平向右的速度 v_1 和水平向左的速度 v_1 ,其中水平向右的速度 v_1 对应的洛伦兹力与重力平衡,粒子的运动是水平向右速度为 v_1 的匀速直线运动和初速度水平向左,大小为 v_1 的逆时针匀速圆周运动的合运动。(2)粒子的初速度为零,可分解为水平向右的速度 v_2 和水平向左的速度 v_2 ,其中水平向左的速度 v_2 对应的洛伦兹力平衡重力与静电力的合力,粒子的运动是水平向左速度为 v_2 的匀速直线运动和初速度水平向右,大小为 v_2 的顺时针匀速圆周运动的合运动。

(责任编辑 张 巧)



道是无“圆”却有“圆”

——例谈辅助圆在电磁学、振动、光学中的应用

■河北省保定市第三中学

李红波

■河北省石家庄市鹿泉区第一中学

聂震萍

应用数学知识解决物理问题是学习物理需要具备的关键能力之一,运用几何图形分析物理现象是一种常用的解题手段。在高中物理的学习过程中经常会遇到这样一些问题,若采用常规方法求解往往比较烦琐,但根据题中情境画出辅助“圆”,利用“圆”的相关数学知识解决起来就方便得多。下面举例说明,供同学们参考。

一、利用等势辅助圆解决静电场中的电势、电势能问题

因为点电荷形成的电场的等势面是以点电荷为中心的一组同心球面,所以画出其等势圆可以直观方便地判断出诸如电势高低、电势能的变化情况等问题。

例 1 (2020 年高考全国 III 卷)如图 1 所示, $\angle M$ 是锐角三角形 PMN 中最大的内角,电荷量为 $q (q > 0)$ 的点电荷固定在 P 点。下列说法中正确的是()。

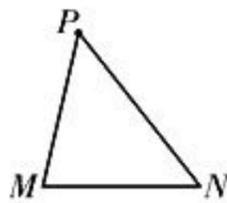


图 1

- A. 沿 MN 边,从 M 点到 N 点,电场强度的大小逐渐增大
- B. 沿 MN 边,从 M 点到 N 点,电势先增大后减小
- C. 正电荷在 M 点的电势能比其在 N 点的电势能大
- D. 将正电荷从 M 点移动到 N 点,静电力所做的总功为负

解析:点电荷形成的电场是以点电荷为中心,向四周呈放射状的图形,如图 2 所示。因为 $\angle M$ 是锐角三角形 PMN 中最大的内角,所以 $PN > PM$,根据点电荷的场强公式 $E = k \frac{q}{r^2}$ 可知,从 M 点到 N 点电场强度先增

大后减小,选项 A 错误。电场线与等势面(图中虚线圆)处处垂直,沿电场线方向电势逐渐降低,因此从 M 点到 N 点电势先增大后减小,选项 B 正确。 M 、 N 两点的电势高低关系为 $\varphi_M > \varphi_N$,根据电势能的表达式 $E_p = q\varphi$ 可知,正电荷在 M 点的电势能大于在 N 点的电势能,选项 C 正确。将正电荷从 M 点移动到 N 点,电势能减小,静电力所做的总功为正,选项 D 错误。

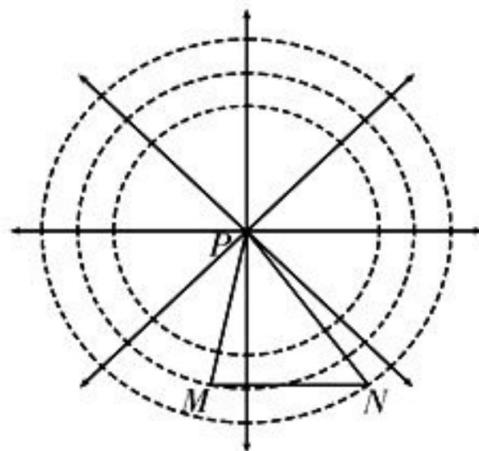


图 2

答案:BC

点评:根据等势辅助圆可以直观地看出 M 、 N 两点与点电荷位置的远近关系,根据离带正电的场源电荷越近,场强越大,电势越高,正电荷的电势能越大,可以快速准确地完成各个选项的判断。

二、利用动态辅助圆解决带电粒子在磁场中运动的临界问题

因为带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动,所以画出轨迹圆,利用几何关系结合物理规律可以直观准确地求解相关问题。求解带电粒子在磁场中运动的临界问题常用到画缩放辅助圆和旋转辅助圆的方法。

(1)缩放圆:若带电粒子从某一点以方向不变而大小在改变的速度射入匀强磁场中,

或带电粒子从某一点以恒定的速度射入磁感应强度大小不断变化的匀强磁场中,则带电粒子在匀强磁场中做半径不断变化的匀速圆周运动。把其轨迹圆画在同一个图中,就是与入射点相切并放大或缩小的“动态圆”。

(2)旋转圆:若带电粒子从某一点以大小不变而方向不限定(在 $0\sim 180^\circ$ 范围内变化)的速度射入匀强磁场中,则带电粒子在匀强磁场中做半径不变的匀速圆周运动。把其轨迹圆画在同一个图中,就是根据速度方向的变化以入射点为旋转轴的“旋转圆”。

例 2 如图 3 所示,在荧光屏 MN 上方分布着沿水平方向的匀强磁场,磁场方向垂直于纸面向里。距离荧光屏 d 处有一粒子源 S,能够在纸面内不断地向各个方向同时发射带电荷量为 $+q$,质量为 m ,速率为 v 的粒子,不计粒子自身重力,已知粒子在磁场中做匀速圆周运动的轨迹半径也恰好为 d ,则()。

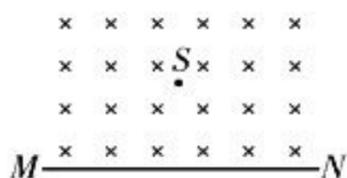


图 3

- A. 粒子能够打到荧光屏上的区域长度为 $2\sqrt{3}d$
- B. 打到荧光屏上最左侧的粒子在磁场中的运动时间为 $\frac{\pi d}{v}$
- C. 粒子从发射到打到荧光屏上所用的最长时间为 $\frac{\pi d}{v}$
- D. 同一时刻发射的粒子打到荧光屏上的最大时间差为 $\frac{7\pi d}{6v}$

解析:打在荧光屏上粒子运动轨迹的临界状态如图 4 甲所示,根据几何关系可知,粒子能够打到荧光屏上的区域长度 $l = R + \sqrt{3}R = (1 + \sqrt{3})d$,选项 A 错误。根据图 4 甲中粒子的运动轨迹可知,打到荧光屏上最左侧的粒子偏转了半个周期,所用时间 $t = \frac{T}{2}$,其中 $T = \frac{2\pi d}{v}$,解得 $t = \frac{\pi d}{v}$,选项 B 正确。在

磁场中运动时间最长(运动轨迹为优弧 1)和最短(运动轨迹为劣弧 2)的粒子的运动轨迹如图 4 乙所示,根据几何关系可知,最长时间 $t_1 = \frac{3}{4}T = \frac{3\pi d}{2v}$,最短时间 $t_2 = \frac{T}{6} = \frac{\pi d}{3v}$,因此同一时刻发射的粒子打到荧光屏上的最大时间差 $\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{7\pi d}{6v}$,选项 C 错误,D 正确。

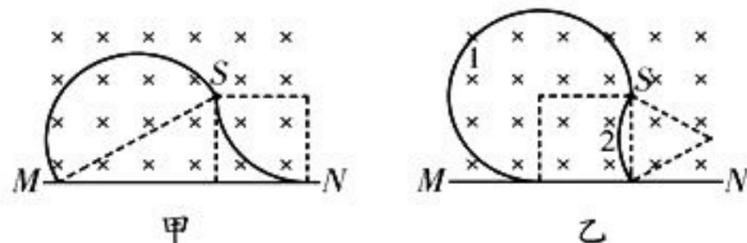


图 4

答案:BD

点评:本题中带电粒子在匀强磁场中的运动轨迹半径一定,粒子速度大小不变、方向改变,故采用“旋转圆”的方法找到粒子运动轨迹的临界状态,即可顺利确定相关物理量的求解方法。

三、利用匀速圆周运动的参考圆解决振动问题

因为匀速圆周运动的投影是简谐运动,所以在解决简谐运动问题时建立与之相关的参考圆,利用质点做匀速圆周运动的周期相当于振子完成一次全振动所用的时间,可以顺利求解一些直接利用简谐运动规律难以求解的问题。

证明匀速圆周运动的投影是简谐运动:如图 5 所示,一质量为 m 的质点在 xOy 平面

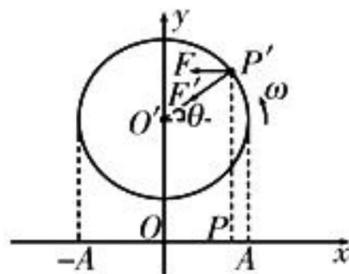


图 5

内以 y 轴上的 O' 点为圆心,以 A 为半径做匀速圆周运动,角速度为 ω ,若某时刻质点运动到 P' 点,则质点所受的向心力大小 $F' = m\omega^2 A$, P' 点投影到 x 轴上的 P 点,质点运动到 P' 点时刻所受的向心力的水平分力相当于一沿 x 轴振动的质点受到的回复力,考虑

到方向,则 $F = -F' \cos \theta = -m\omega^2 A \cos \theta = -m\omega^2 x = -kx$,符合简谐运动特点,故匀速圆周运动的投影是简谐运动。

例 3 (2021年江苏卷)如图6所示,半径为 R 的圆盘边缘有一钉子 B ,在水平光线的照射下,圆盘的转轴 A 和钉子 B 在右侧墙壁上形成影子 O 和 P ,以 O 为原点在竖直方向上建立 x 坐标系。 $t=0$ 时刻从图示位置沿逆时针方向匀速转动圆盘,角速度为 ω ,则影子 P 做简谐运动的表达式为()。

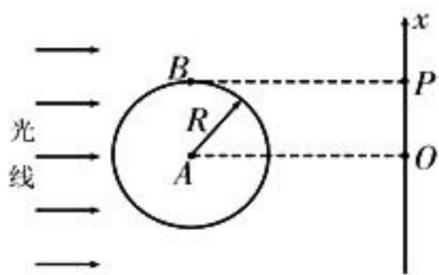


图6

- A. $x = R \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$
 B. $x = R \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$
 C. $x = 2R \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$
 D. $x = 2R \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

解析:钉子 B 做匀速圆周运动, P 为它在 x 轴上的投影,因此钉子 B 的圆周运动轨迹可以看成做简谐运动的影子 P 的参考圆,二者的周期相同。 t 时刻钉子 B 随圆盘转过的角度为 ωt ,总角度为 $\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$,因此影子 P 做简谐运动的表达式为 $x = R \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ 。

答案:B

点评:做匀速圆周运动的质点在 x 轴方向上的投影的运动是简谐运动,且圆周运动的周期与简谐运动的周期相等,因此可以把二者联系起来进行分析。用画参考圆的方法来研究简谐运动,可以简便地分析那些不在特殊位置的质点的运动问题。

四、利用单位辅助圆解决测定折射率问题

在测定玻璃折射率的实验中,以入射点为圆心,以适当长度为半径画出单位辅助圆,

只需测量两段线段的长度,即可利用几何关系求出折射率,使得测量变得简单易行。

例 4 一位同学用“插针法”测两面平行的玻璃砖的折射率。

(1)该同学发现没有量角器来量入射角和折射角的角度,于是在完成了光路图以后,以 O 点为圆心,以 OA 为半径画圆,交 OO' 延长线于 C 点,过 A 点和 C 点作垂线分别交法线于 B 点和 D 点,如图7所示。测量有关线段长度,可得玻璃的折射率 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用图中线段表示)

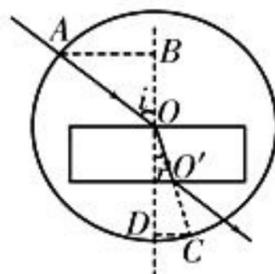


图7

(2)这种方法____(选填“能”或“不能”)测量两表面不平行的玻璃砖的折射率。

解析:(1) AO 为入射光线, OO' 为折射光线,根据几何关系得 $\sin i = \frac{AB}{AO}$, $\sin r = \frac{CD}{OC}$,其中 $AO = OC$,根据折射定律得 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{AB}{CD}$ 。

(2)根据测量原理可知,这种方法可以用来测量两表面不平行的玻璃砖的折射率。

答案:(1) $\frac{AB}{CD}$ (2)能

点评:若只利用量角器量出入射角、折射角的大小来求解折射率,则需要查阅正、余弦函数表,读出入射角和折射角的正弦函数值;若只利用刻度尺测量长度(A 、 C 为入射光线和折射光线上的任意两点)来求解折射率,则需要测出四段线段的长度;而利用圆规画单位圆的方法求折射率,可以把正、余弦函数值的数量关系转化为几何关系,只需测出两段线段的长度,简单方便。

跟踪训练

1.如图8所示,直角三角形 ABC 由三段细直杆连接而成, AB 杆竖直, BC 杆水平,

AC杆粗糙且绝缘,其倾角为 30° ,长度为 $2l$,
D为AC杆上的一点,且 $BD \perp AC$,在BC杆
中点O处放置一带正电的点电荷Q,一套在
细杆上的带负电小球,以初速度 v_0 由C点沿
AC杆上滑,滑到D点时的速率恰好为零,之
后沿AC杆滑回C点。已知小球的质量为
 m ,电荷量为 q ,重力加速度为 g 。下列说法
中正确的是()。

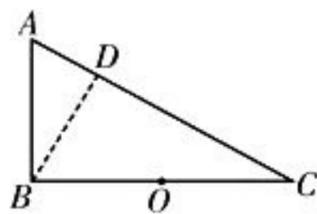


图8

- A. 小球沿AC杆上滑过程中,先匀加速后匀减速
- B. 小球沿AC杆下滑过程中,静电力先做负功后做正功
- C. 小球再次滑回C点时的速率 $v_c = \sqrt{3gl - v_0^2}$
- D. 小球沿AC杆下滑过程中,其动能、电势能、重力势能三者之和增大

2. 如图9所示是半径为 R 的一圆柱形匀强磁场区域的横截面,磁感应强度大小为 B ,方向垂直于纸面向外,磁场外有一粒子源,能沿一直线发射速度大小不等的同种带电粒子,带电粒子的质量为 m ,电荷量为 q ($q > 0$),不计重力。现粒子以沿正对cO中点且垂直于cO的方向射入磁场区域,发现粒子恰能从b、d两点之间飞出磁场,则()。

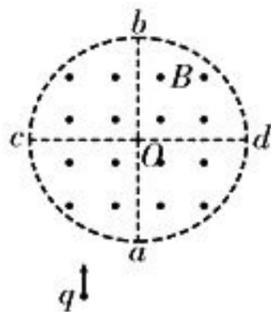


图9

- A. 从b点飞出的粒子的速度最大
- B. 从d点飞出的粒子的速度最大
- C. 从d点飞出的粒子在磁场中的运动时间最长
- D. 从b点飞出的粒子在磁场中的运动

时间最长

3. 如图10所示,一弹簧振子沿x轴方向做简谐运动,其平衡位置在坐标原点O。 $t = 0$ 时刻振子的位移为 -0.1 m , $t = 1\text{ s}$ 时刻振子的位移为 0.1 m 。下列判断中正确的是()。

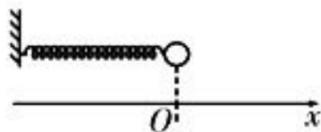


图10

- A. 若振幅为 0.1 m ,则振子的周期可能为 $\frac{2}{5}\text{ s}$
- B. 若振幅为 0.1 m ,则振子的周期可能为 2 s
- C. 若振幅为 0.2 m ,则振子的周期可能为 4 s
- D. 若振幅为 0.2 m ,则振子的周期可能为 6 s

4. 如图11所示是利用“插针法”测定玻璃砖折射率的实验中得到的光路图,光线从玻璃砖的AB面射入,从玻璃砖的CD面射出,且AB面和CD面并不平行。则:

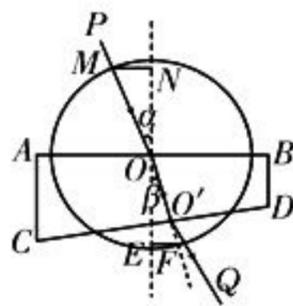


图11

(1)出射光线与入射光线____(选填“仍平行”或“不再平行”)。

(2)以入射点O为圆心,以半径 $R = 5\text{ cm}$ 画圆,与入射光线PO交于M点,与折射光线OO'的延长线交于F点,过M、F点分别向法线作垂线,量得线段MN的长度为 1.68 cm ,线段EF的长度为 1.12 cm ,则该玻璃砖的折射率 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

参考答案:1. C 2. AC 3. ABD

4. (1) 不再平行 (2) 1.5

(责任编辑 张 巧)

回旋加速器变式考查赏析

■安徽省砀山中学

邵永 王成宝

利用电场和磁场相关知识制成的实用仪器有许多,例如回旋加速器、质谱仪、速度选择器、磁流体发电机、电磁流量计等。这些仪器的工作原理与受力分析、运动分析、功能关系等物理学科主干知识紧密联系,涉及这些仪器工作原理的物理试题综合性强,思维难度大,能够很好地体现基础与能力并重,基础与素养兼容的考查目标,因而成为各地各类考试考查的重点之一。下面就以涉及回旋加速器工作原理的试题为例,剖析其所含知识点,总结解题技巧,供同学们参考。

一、常用知识点剖析

1. 电场和磁场的作用:电场的作用是对带电粒子做正功使其能量增大,磁场的作用是改变带电粒子的运动方向,使其回到电场中达到再次加速的目的。

2. 带电粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期和交变电流周期之间的关系:因为两D型盒之间的狭缝很窄,带电粒子通过电场的时间通常忽略不计,带电粒子每加速一次完成半个圆周的运动,所以带电粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期和交变电流的周期相等。

3. 决定带电粒子最终能量的因素:因为D型盒的大小一定,所以不管粒子的带电荷量和质量如何,粒子最终从回旋加速器内射出时应具有相同的旋转半径,根据牛顿第二定律得 $qv_{\max}B = m \frac{v_{\max}^2}{r_{\max}}$,又有 $E_{\text{kmax}} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$,解得 $E_{\text{kmax}} = \frac{q^2 B^2 r_{\max}^2}{2m}$,可见带电粒子获得的最终能量与回旋加速器的直径、磁感应强度有关,与加速电压无关。

4. 决定粒子在回旋加速器内运动时间长短的因素:带电粒子在回旋加速器内运动时间的长短不仅与带电粒子做匀速圆周运动的周期有关,还与带电粒子在磁场中转动的圈数有关。设带电粒子在磁场中转动的圈数为 n ,加速电压为 U ,因为每经过一次加速带电

粒子获得的能量为 qU ,带电粒子完成一个圆周运动加速两次,结合 $E_{\text{kmax}} = \frac{q^2 B^2 r_{\max}^2}{2m}$ 得 $2nqU = \frac{q^2 B^2 r_{\max}^2}{2m}$,即 $n = \frac{qB^2 r_{\max}^2}{4mU}$,所以带电粒子在回旋加速器内的运动时间 $t = nT = \frac{qB^2 r_{\max}^2}{4mU} \cdot \frac{2\pi m}{qB} = \frac{\pi B r_{\max}^2}{2U}$,可见带电粒子在回旋加速器内运动时间的长短不仅与回旋加速器的直径、磁感应强度有关,还与加速电场的电压有关。

二、涉及回旋加速器工作原理的试题分析

1. 磁感应强度和加速电场频率对粒子最大动能的影响。

例 1 美国著名物理学家欧内斯特·劳伦斯因发明了回旋加速器而于 1939 年获得诺贝尔物理学奖。回旋加速器的工作原理如图 1 所示,置于高真空中的两 D 型金属盒半径为 R ,两盒间的狭缝很窄,带电粒子穿过的时间可以忽略不计,磁感应强度为 B 的匀强磁场与盒面垂直,A 处粒子源产生粒子的质量为 m ,电荷量为 $+q$,粒子在加速器中被加速,加速电压为 U ,加速过程中不考虑相对论效应和重力作用。

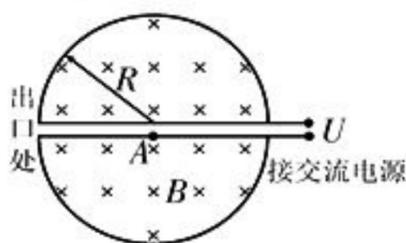


图 1

(1) 求粒子第 2 次和第 1 次经过两 D 型盒间狭缝后的轨道半径之比。

(2) 求粒子从静止开始加速到出口处所需的时间。

(3) 实际使用中,磁感应强度和加速电场频率都有最大值的限制,若某一加速器磁感应强度和加速电场频率的最大值分别为 B_{\max} 、 f_{\max} ,试讨论粒子能获得的最大动能。

解析:(1) 设粒子第 1 次经过狭缝后的轨

道半径为 r_1 , 速度为 v_1 , 根据动能定理得 $qU = \frac{1}{2}mv_1^2$, 根据洛伦兹力提供向心力得 $qv_1B = m\frac{v_1^2}{r_1}$, 解得 $r_1 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$ 。同理, 粒子第 2 次经过狭缝后的轨道半径 $r_2 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{4mU}{q}}$ 。因此 $r_2 : r_1 = \sqrt{2} : 1$ 。

(2) 设粒子从静止开始到出口处被加速了 n 圈, 则 $2nqU = \frac{1}{2}mv^2$, $qvB = m\frac{v^2}{R}$, $T = \frac{2\pi m}{qB}$, $t = nT$, 解得 $t = \frac{\pi BR^2}{2U}$ 。

(3) 加速电场的频率应等于粒子在磁场中做匀速圆周运动的频率, 即 $f = \frac{qB}{2\pi m}$, 当磁感应强度为 B_{\max} 时, 加速电场的频率应为 $f_{B_{\max}} = \frac{qB_{\max}}{2\pi m}$ 。当 $f_{B_{\max}} \leq f_{\max}$ 时, 粒子的最大动能 $E_{k_{\max}} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$ 由 $f_{B_{\max}}$ 决定, 则 $qv_{\max}B_{\max} = m\frac{v_{\max}^2}{R}$, 解得 $E_{k_{\max}} = \frac{q^2 B_{\max}^2 R^2}{2m}$; 当 $f_{B_{\max}} > f_{\max}$ 时, 粒子的最大动能由 f_{\max} 决定, 则 $v_{\max} = 2\pi f_{\max} R$, 解得 $E_{k_{\max}} = 2\pi^2 m f_{\max}^2 R^2$ 。

点拨: 本题(3)问中粒子能获得的最大动能的影响因素有别于常见的知识点, 突破了考生原有的认识。因为加速不同粒子或者需要不同的最大能量时, 为了使粒子能够从唯一的出口离开就必须改变磁感应强度, 粒子做圆周运动的频率也会随之发生改变, 而粒子做圆周运动的频率与交变电流的变化频率是相等的, 则交变电流的频率也要随之变化, 这样就会出现交变电流的频率不一定能满足磁感应强度变化需要的情况, 也就可能会出现 $f_{B_{\max}} \leq f_{\max}$ 和 $f_{B_{\max}} > f_{\max}$ 两种情况。

2. 带电粒子在电场中运动的时间不能忽略而对粒子运动产生的影响。

例 2 回旋加速器的工作原理如图 2 甲所示, 置于真空中的 D 型金属盒的半径为 R , 两盒间狭缝的间距为 d , 磁感应强度为 B 的匀强磁场与盒面垂直, 被加速粒子的质量为 m , 电荷量为 $+q$, 加在狭缝间的交变电压随时间的变化规律如图 2 乙所示, 电压值的

大小为 U_0 , 周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 。一束粒子在 $0 \sim \frac{T}{2}$ 时间内从 A 处均匀地飘入狭缝, 其初速度视为零。考虑粒子在狭缝中的运动时间, 假设能够出射的粒子每次经过狭缝均做加速运动, 不考虑粒子间的相互作用。求:

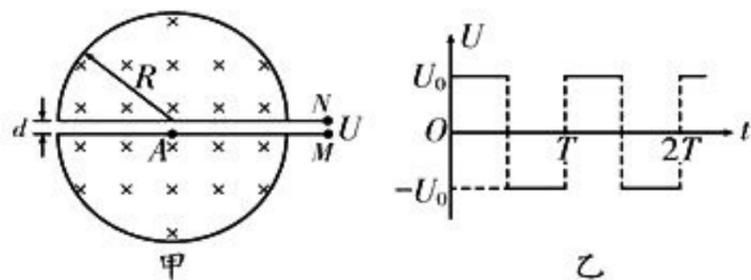


图 2

(1) 出射粒子的动能 E_k 。

(2) 粒子从飘入狭缝至动能达到 E_k 所需的总时间 t_0 。

(3) 要使飘入狭缝的粒子中有超过 99% 能够出射, d 应满足的条件。

解析: (1) 粒子运动半径为 R 时有 $qvB = m\frac{v^2}{R}$, 且 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $E_k = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$ 。

(2) 设粒子被加速 n 次达到动能为 E_k , 则 $E_k = nqU_0$ 。粒子在狭缝间做匀加速直线运动, 设粒子 n 次经过狭缝所用的总时间为 Δt , 则粒子的加速度 $a = \frac{qU_0}{md}$, 根据匀加速直线运动规律得 $nd = \frac{1}{2}a(\Delta t)^2$, 又有 $t_0 = (n-1) \cdot \frac{T}{2} + \Delta t$, 解得 $t_0 = \frac{\pi BR^2 + 2dBR}{2U_0} - \frac{\pi m}{qB}$ 。

(3) 在 $0 \sim \frac{T}{2}$ 时间内飘入狭缝的粒子中只有前 $\frac{T}{2} - \Delta t$ 时间内的才能每次均被加速,

则所占的比例 $\eta = \frac{\frac{T}{2} - \Delta t}{\frac{T}{2}}$, 其中 $\eta > 99\%$, 解

$$\text{得 } d < \frac{\pi m U_0}{100 q B^2 R}。$$

点拨: 本题需要考虑带电粒子在电场中的运动时间, 这与常用的知识点明显不同。题设要求粒子每次经过狭缝均做加速运动, 因为洛伦兹力不改变速度的大小, 所以粒子

再次进入电场时延续着原来的加速运动。要求粒子在电场中运动的总时间,可以把各段加速运动衔接起来作为一个匀加速运动来处理。因为考虑了带电粒子在电场中运动的时间,所以粒子进入电场与电场改变方向不再同步。当电场改变方向时粒子还在磁场中做圆周运动,即粒子再次进入电场比电场方向的改变滞后了,在电场中加速的这段时间,要想使粒子在电场中能一直加速就必须保证在加速过程中电场不能反向,其临界情形是粒子最后一次从电场中出来时电场恰好反向。

3. 保证圆周运动频率与电场变化频率维持同步的同步回旋加速器和扇形聚焦回旋加速器。

例 3 同步回旋加速器在粒子物理研究中有重要的应用,其基本原理可简化为如图 3 所示的模型。M、N 为两块中心开有小孔的平行金属板。质量为 m , 电荷量为 $+q$ 的粒子 A (不计重力) 从 M 板上的小孔飘入板间, 初速度可视为零。每当粒子 A 进入板间, 两板的电势差变为 U , 粒子得到加速, 当粒子 A 离开 N 板时, 两板的电荷量均立即变为零。两板外部存在垂直于纸面向里的匀强磁场, 粒子 A 在磁场作用下做半径为 R 的圆周运动, R 远大于板间距离。粒子 A 经电场多次加速, 动能不断增大, 为使 R 保持不变, 磁场必须相应变化。不计粒子加速时间及其做圆周运动产生的电磁辐射, 不考虑磁场变化对粒子速度的影响及相对论效应。求:

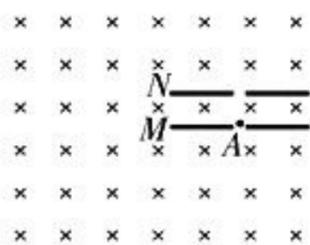


图 3

(1) 粒子 A 运动第 1 周时, 磁场的磁感应强度 B_1 的大小。

(2) 在粒子 A 运动第 n 周的时间内, 静电力做功的平均功率 \overline{P}_n 。

(3) 若有一个质量也为 m , 电荷量为 $+kq$ (k 为大于 1 的整数) 的粒子 B (不计重力) 与粒子 A 同时从 M 板上的小孔飘入板间, A、

B 两粒子的初速度均可视为零, 不计二者之间的相互作用, 除此之外, 其他条件均不变。图 4 中的虚线圆和实线圆分别表示 A、B 两粒子的运动轨迹。在粒子 B 的轨迹半径远大于板间距离的前提下, 请指出哪个图能定性地反映 A、B 两粒子的运动轨迹, 并说明理由。

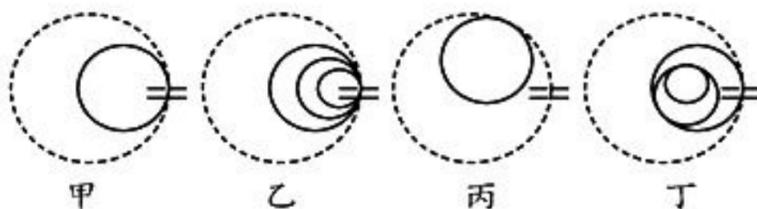


图 4

解析: (1) 设粒子 A 经电场第 1 次加速后的速度为 v_1 , 根据动能定理得 $qU = \frac{1}{2}mv_1^2$, 粒子 A 在磁场中做匀速圆周运动, 洛伦兹力提供向心力, 则 $qv_1B_1 = m\frac{v_1^2}{R}$, 解得

$$B_1 = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

(2) 设粒子 A 经电场 n 次加速后的速度为 v_n , 根据动能定理得 $nqU = \frac{1}{2}mv_n^2$, 设粒子 A 做第 n 次圆周运动的周期为 T_n , 则 $T_n = \frac{2\pi R}{v_n}$ 。设在粒子 A 运动第 n 周的时间内静电力做功为 W_n , 则 $W_n = nqU$ 。在这段时间内, 静电力做功的平均功率 $\overline{P}_n = \frac{W_n}{T_n}$ 。联立以上

各式解得 $\overline{P}_n = \frac{qU}{\pi R} \sqrt{\frac{nqU}{2m}}$ 。

(3) 图 4 甲能定性地反映 A、B 两粒子的运动轨迹。粒子 A 经过 n 次加速后, 设其对应的磁感应强度为 B_n , A、B 两粒子的运动周期分别为 T 、 T' , A、B 两粒子的速度分别为 v_n 和 v_n' , 粒子 B 的轨迹半径为 R' , 根据 $qv_nB_n = m\frac{mv_n^2}{R}$, $T = \frac{2\pi R}{v_n}$, 解得 $T = \frac{2\pi m}{qB_n}$, 同理得 $T' = \frac{2\pi m}{kqB_n} = \frac{T}{k}$ 。因为 T 是 T' 的 k 倍, 所以粒子 A 每绕行 1 周, 粒子 B 就绕行 k 周。因为电场只在粒子 A 通过时存在, 所以粒子 B 仅在与 A 同时进入电场时才被加速。

(下转第 49 页)

高考物理模拟试题(七)

参考答案与提示

1. D 提示:原子由高能级向低能级跃迁时释放光子,故 n_1 属于高能级,电子处于高轨道, n_2 属于低能级,电子处于低轨道,选项 A、B 正确。原子在两能级之间跃迁时,吸收与释放的能量是相等的,选项 C 正确。红外线、紫外线是由处于激发态的原子辐射出来的, γ 射线是由原子核发出的,选项 D 错误。

2. B 提示:设滑轮左侧轻绳与竖直方向之间的夹角为 α ,在纸面内绕端点 O 沿顺时针方向缓慢转动“V”形杆,A、B 两点之间的绳长不变,它在水平方向上的投影先变长后变短,故夹角 α 先变大后变小,张力 $T = \frac{mg}{2\cos\alpha}$ 先增大后减小,选项 A 错误,B 正确。

设 OM 边与竖直方向之间的夹角为 β ,A 点在拉力 T 、支持力 F 和摩擦力 f 作用下处于静止状态,受力情况如图 1 所示,则 $f = T\cos(\alpha + \beta)$,将 $T = \frac{mg}{2\cos\alpha}$

代入得 $f = \frac{mg}{2}(\cos\beta - \tan\alpha\sin\beta)$ 。当“V”形杆转动时,夹角 β 一直变大。若夹角 α 变大,则摩擦力 f 减小;若夹角 α 变小,则 $\alpha + \beta$

增大,摩擦力 f 仍然减小。因此摩擦力 f 一直减小,选项 C、D 错误。

3. A 提示:由静止释放物块后,物块将以 P 点为平衡位置做往复运动,当物块运动到 P 点时有最大速度,从物块在弹簧原长位置由静止释放至物块刚好到达 P 点的过程中,根据机械能守恒定律得 $mgx_0\sin\theta = E_p + \frac{1}{2}mv_{\max}^2$ 。物块在 P 点时受力平衡,则 $mg\sin\theta = kx_0$ 。联立以上两式解得 $v_{\max} =$

$$\sqrt{2\left(\frac{mg^2\sin^2\theta}{k} - \frac{E_p}{m}\right)}$$

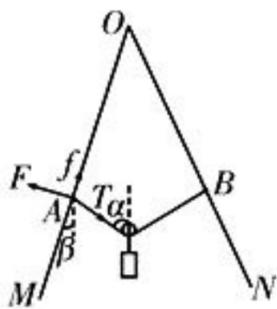


图 1

4. C 提示:根据开普勒第三定律得 $\frac{a^3}{T^2} = k$,圆轨道可看成长半轴和短半轴均为 R 的椭圆,故 $a = R$,即椭圆轨道的半长轴等于 R ,选项 A 错误。根据万有引力提供向心力得 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$,解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$,即轨道半径 r 越大,线速度 v 越小。设卫星在轨道 I 上运行时的速率为 v_0 ,卫星以 OB 为半径做圆周运动时的速度为 v' ,则 $v' < v_0$ 。设卫星在轨道 II 上运行到 B 点时的速率为 v_B ,卫星在 B 点做向心运动,万有引力大于向心力,则 $v_B < v'$ 。因此 $v_B < v_0$,选项 B 错误。

卫星只受万有引力作用,则 $G\frac{Mm}{r^2} = ma$,解得 $a = \frac{GM}{r^2}$ 。设卫星在轨道 I 上运行时的加速度为 a_0 ,卫星在轨道 II 上运行到 A 点时的加速度为 a_A ,因为 $OA < R$,所以 $a_0 < a_A$,选项 C 正确。若 $OA = \frac{R}{2}$,则 $OB = \frac{3R}{2}$,解得

$$v' = \sqrt{\frac{2GM}{3R}}, \text{ 所以 } v_B < \sqrt{\frac{2GM}{3R}}, \text{ 选项 D 错误。}$$

5. C 提示:根据闭合电路欧姆定律和电功率公式可以证明,当外电路电阻 $R_{\text{外}}$ 等于电源内阻 r 时,电源的输出功率最大。因为开始时滑动变阻器接入电路的有效电阻等于电源的内阻,此时电源的输出功率已达最大,所以无论将滑片 P 向 A 端(外电路电阻 $R_{\text{外}}$ 变大)还是向 B 端移动(外电路电阻 $R_{\text{外}}$ 变小),都将使电源的输出功率减小。

6. BD 提示:物体在水平恒力 F_1 的作用下做匀速运动,根据平衡条件得 $N = G$, $F_1 = f$,其中 $f = \mu N$,解得 $F_1 = \mu G$ 。物体在斜向上的恒力 F_2 的作用下做匀速运动,设恒力 F_2 与水平方向之间的夹角为 θ ,根据平衡条件得 $F_2\cos\theta = f'$, $N' + F_2\sin\theta = G$,其中

$$f' = \mu N', \text{ 解得 } F_2 = \frac{\mu G}{\cos\theta + \mu\sin\theta} =$$

$\frac{\mu G}{\sqrt{1+\mu^2} \sin(\theta+\varphi)}$ 。因为 μ 和 θ 均为未知量,所以无法比较 F_1 和 F_2 的大小。根据 F_1 与 F_2 的功率相同得 $F_1 v_1 = F_2 \cos \theta \cdot v_2$, 即 $\mu G v_1 = \frac{\mu G \cos \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta} v_2$, 化简得 $v_1 = \frac{1}{1+\mu \tan \theta} v_2$, 因此 $v_1 < v_2$ 。

7. BC 提示:当金属棒 ab 达到稳定状态时,假设电压表满偏,则通过电流表的电流 $I = \frac{U}{\frac{R_2 R_0}{R_2 + R_0}} = 2 \text{ A} < 3 \text{ A}$, 因此假设成立,选项

A 错误, B 正确。金属棒 ab 达到稳定状态后做匀速运动,拉力 F 与安培力大小相等,则 $F_{\text{安}} = BIL = F$, 感应电动势 $E = U + IR_1 = 10 \text{ V} + 2 \times 5 \text{ V} = 20 \text{ V}$, 又有 $E = BLv$, 解得 $v = 1 \text{ m/s}$, 选项 C 正确, D 错误。

8. BD 提示:滑块恰能通过半圆形轨道最高点 Q 的临界条件是 $mg = m \frac{v^2}{R}$, 解得 $v = 2 \text{ m/s}$ 。滑块从释放点运动到 Q 点的过程中,根据动能定理得 $qEs - \mu mgs - mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $s = 20 \text{ m}$ 。滑块从 P 点运动到 Q 点的过程中,根据动能定理得 $-mgR - qER = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_P^2$, 滑块运动到 P 点时,根据牛顿第二定律得 $N - qE = \frac{mv_P^2}{R}$, 解得 $N = 1.5 \text{ N}$ 。

9. (1) mg (2) 6.75 (3) ① $\frac{d}{t_1} \quad \frac{d}{t_2}$
 ② $\frac{2mgl t_1 t_2}{d(t_1+t_2)} \quad \frac{Md(t_1-t_2)}{t_1 t_2}$ ③ $\frac{2mgl t_1 t_2}{d(t_1+t_2)} = \frac{Md(t_1-t_2)}{t_1 t_2}$

提示:(1)根据题述步骤 B 可知,取下细绳和砂桶后,小车加速下滑时所受合外力大小等于砂子和桶的总重力 mg 。(2)根据游标卡尺的读数规则可知,遮光片的宽度 $d = 6 \text{ mm} + 3 \times 0.05 \text{ mm} = 6.15 \text{ mm}$ 。(3)①小车通过两个光电门时的速度分别为 $v_{\text{甲}} = \frac{d}{t_1}$, $v_{\text{乙}} = \frac{d}{t_2}$ 。②根据平均速度法得 $l =$

$\frac{v_{\text{甲}} + v_{\text{乙}}}{2} t$, 解得 $t = \frac{2l t_1 t_2}{d(t_1+t_2)}$, 小车下滑时所受合外力的冲量 $I = mgt = \frac{2mgl t_1 t_2}{d(t_1+t_2)}$, 小车的动量的改变量 $\Delta p = M(v_{\text{乙}} - v_{\text{甲}}) = \frac{Md(t_1-t_2)}{t_1 t_2}$ 。③验证动量定理的表达式为 $\frac{2mgl t_1 t_2}{d(t_1+t_2)} = \frac{Md(t_1-t_2)}{t_1 t_2}$ 。

10. (1) ① 20 ② 左 ③ 相等 ④ 2 550

(2)调节滑动变阻器 R_1 上分担的电压,使微安表示数尽可能接近满偏值

提示:(1)滑动变阻器 R_1 起分压作用,应选用最大阻值较小的,即 R_1 的阻值为 20Ω ;为了保护微安表,闭合开关前,滑动变阻器 R_1 的滑片 C 应移到其左端,确保微安表两端电压为零;反复调节滑片 D 的位置,使闭合开关 S_2 前后微安表的示数不变,说明闭合开关 S_2 后没有电流通过开关 S_2 , B 点与滑片 D 所在位置的电势相等;将电阻箱 R_x 和微安表的位置对调,其他条件保持不变,发现将电阻箱 R_x 的阻值调至 2601Ω 时,在接通开关 S_2 前后,微安表的示数也保持不变,说明 $\frac{2500 \Omega}{R_{\mu\text{A}}} = \frac{R_{\mu\text{A}}}{2601 \Omega}$, 解得 $R_{\mu\text{A}} = 2550 \Omega$ 。

11. (1)根据速度-时间图像可知,两物块分离后,物块 B 沿斜面向下做匀速直线运动,物块 A 沿斜面向上做匀减速直线运动,且物块 A 的加速度大小 $a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 7.5 \text{ m/s}^2$, 对物块 A 应用牛顿第二定律得 $m_A g \sin \theta + \mu_A m_A g \cos \theta = m_A a_A$, 解得 $\mu_A = \frac{\sqrt{3}}{6}$ 。物块 B 受力平衡,根据平衡条件得 $m_B g \sin \theta = \mu_B m_B g \cos \theta$, 解得 $\mu_B = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 。(2)细线断裂瞬间,由 A 、 B 两物块组成的系统动量守恒,则 $(m_A + m_B)v = m_A(-v_A) + m_B v_B$, 其中 $v_A = 2 \text{ m/s}$, $v_B = 4 \text{ m/s}$, 解得 $v = 2 \text{ m/s}$ 。根据能量守恒定律得 $E_p = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 - \frac{1}{2} (m_A + m_B) v^2$, 解得 $E_p = 6 \text{ J}$ 。(3)当两物块的速度相等时,二者相距最远。设物块 A

上滑的时间为 t_A , 位移为 x_A ; 物块 A 下滑过程中的加速度为 a_A' , 时间为 t_A' , 位移为 x_A' 。对物块 A 有 $v_A = a_A t_A$, $v_A^2 = 2a_A x_A$, $m_A g \sin \theta - \mu_A m_A g \cos \theta = m_A a_A'$, $v_B = a_A' t_A'$, $v_B^2 = 2a_A' x_A'$, 解得 $t_A = \frac{4}{15} \text{ s}$, $t_A' = \frac{8}{5} \text{ s}$, $x_A = \frac{4}{15} \text{ m}$, $x_A' = \frac{16}{5} \text{ m}$ 。物块 B 发生的位移 $x_B = v_B(t_A + t_A') = \frac{112}{15} \text{ m}$, 两物块再次相遇前的最远距离 $l = x_B + x_A - x_A' = \frac{68}{15} \text{ m}$ 。

12. (1) 在导体棒 b 沿导轨弧线部分下落的过程中, 根据机械能守恒定律得 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $v = 4 \text{ m/s}$ 。在导体棒 b 从进入磁场到最终停止的过程中, 根据动量定理得 $-F_{安} t = 0 - mv$, 其中 $F_{安} t = B \bar{I} l t = q l B$, $q = \frac{Bl s}{4(r+R)}$, 解得 $B = \frac{2\sqrt{6}}{5} \text{ T}$ 。(2) 解除导体棒 a 的锁定, 从导体棒 b 进入磁场到导体棒 a 滑出磁场的过程中, 由两导体棒组成的系统动量守恒, 则 $mv = Mv_a + mv_b$, 解得 $v_b = 3 \text{ m/s}$ 。(3) 求解焦耳热, 需要先确定导体棒 b 最终能否冲出磁场。在导体棒 a 滑出磁场前的过程中, 设导体棒 b 进入磁场的位移为 x_1 , 则 a 、 b 两导体棒的相对切割位移为 $\frac{s}{2} - x_1$, 根据动量定理得 $-I_{\#} = mv_b - mv$,

其中 $I_{\#} = F_{安} t = B \bar{I} l t = q l B$, $q = \frac{\Delta\Phi}{r+R} = \frac{Bl(\frac{s}{2} - x_1)}{r+R}$, 解得 $x_1 = \frac{7s}{16}$ 。在导体棒 a 滑出磁场后, 设导体棒 b 继续切割磁感线发生的位移为 x_2 , 最终停在磁场中某处, 根据动量定理得 $-Bl \cdot \frac{Blx_2}{r+R} = 0 - mv_b$, 解得 $x_2 = \frac{3s}{16}$ 。

因为 $x_1 + x_2 = \frac{5s}{8}$, 所以最终导体棒 b 停在了磁场中。根据能量守恒定律得两导体棒中产生的总焦耳热 $Q = mgh - \frac{1}{2}Mv_a^2 = 1.4 \text{ J}$, 根据功率分配关系得导体棒 a 中产生的热量 $Q_a = \frac{r}{r+R}Q = 0.47 \text{ J}$ 。

13. (1) CDE

(2) (i) 假设体积为 V_0 、压强为 p_0 的氩气压强变为 p' 时, 其体积膨胀为 V' , 根据玻意耳定律得 $p_0 V_0 = p' V'$, 解得 $V' = 0.24 \text{ m}^3$ 。被压入炉腔的氩气在室温和 p' 条件下的体积 $V_1 = V' - V_0 = 0.208 \text{ m}^3$, 设将 10 瓶氩气压入完成后炉腔中氩气的压强为 p_2 , 根据玻意耳定律得 $p_2 V = 10 p' V_1$, 解得 $p_2 = 3.2 \times 10^7 \text{ Pa}$ 。(ii) 加热前炉腔内氩气的温度 $T_0 = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$, 加热后炉腔内氩气的温度 $T' = (273 + 1227) \text{ K} = 1500 \text{ K}$, 设加热后炉腔内氩气的压强为 p_3 , 根据查理定律得 $\frac{p_3}{T'} = \frac{p_2}{T_0}$, 解得 $p_3 = 1.6 \times 10^8 \text{ Pa}$ 。

14. (1) 1 负 提示: 根据波形图得波长 $\lambda = 12 \text{ m}$, 根据振动图像得周期 $T = 12 \text{ s}$, 根据公式 $v = \frac{\lambda}{T}$ 得波速 $v = 1 \text{ m/s}$ 。 $t = 5 \text{ s}$ 时刻, 振动图像中质点的位移为 1 cm , 且向下运动, 结合波形图可知, 该波沿 x 轴负方向传播。

(2) (i) 设光线进入“道威棱镜”时的折射角为 r , 根据折射定律得 $n = \sqrt{2} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin r}$, 解得 $r = 30^\circ$, 根据 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 可知, 光线在“道威棱镜”中的全反射临界角 $C = 45^\circ$ 。作出光路图如图 2 所示, 光线到达 CD 边时的入射角 $\theta = 75^\circ > C$, 所以光线不能从 CD 边射出。(ii) 光线在“道威棱镜”内的传播速度 $v = \frac{c}{n}$, 在 $\triangle OCP$ 中, 根据正弦定理得 $\frac{l_{OP}}{\sin 45^\circ} = \frac{l_{CP}}{\sin 120^\circ}$, 解得 $l_{OP} = \frac{\sqrt{6}}{3} l_{CP}$, 根据对称性可知, 光线在“道威棱镜”中的路程 $s = \frac{\sqrt{6}}{3} l_{CD}$, 又有 $t = \frac{s}{v}$, 解得 $t = \frac{2\sqrt{2}L}{c}$ 。

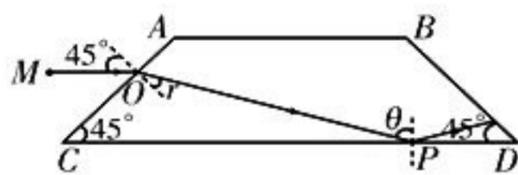


图 2

(责任编辑 张 巧)

高考物理模拟试题(八)

参考答案与提示

1. C 提示:根据万有引力表达式 $F = G \frac{Mm}{r^2}$, 圆周运动向心力表达式 $F_n = m \frac{v^2}{r} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r = ma_n$, 球体的质量公式 $M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$, 得线速度 $v = \sqrt{\frac{4\pi G \rho_k R_k^3}{3r}}$, 向心力 $F_n = \frac{16\pi^2 G \rho_k \rho_{地} R_k^3 R_{地}^3}{9r^2}$, 公转周期 $T = \sqrt{\frac{3\pi r^3}{G \rho_k R_k^3}}$, 向心加速度 $a_n = \frac{4\pi G \rho_k R_k^3}{3r^2}$ 。当太阳和地球的密度 ρ_k 、 $\rho_{地}$ 不变, 太阳的直径 R_k 、地球的直径 $R_{地}$ 、地球与太阳之间的距离 r 都缩小到原来的一半时, 地球绕太阳公转的线速度 v 缩小到原来的一半, 向心力 F_n 缩小到原来的 $(\frac{1}{2})^4$, 周期 T 不变, 向心加速度 a_n 缩小到原来的一半。

2. C 提示:在螺旋管中通入正弦式交变电流后, 电流产生磁场, 电流变化, 磁场也变化, 但螺旋管内的磁场方向总是平行于轴线, 因此电子进入磁场后不受洛伦兹力作用, 做匀速直线运动。

3. B 提示:当火车启动做匀加速直线运动时, 水滴在下落的过程中, 沿水平方向以离开火车时火车的速度做匀速直线运动, 沿竖直方向做自由落体运动。在竖直方向上水滴的下落高度 $h = \frac{1}{2}gt^2$ (g 为重力加速度); 在水平方向上, 水滴的位移 $x_1 = v_0 t$, 火车的位移 $x_2 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ (a 为火车的加速度), 水滴与火车的相对位移 $\Delta x = \frac{1}{2}at^2$ 为定值, 说明水滴落地点都在 O 点一侧的同一点。

4. D 提示:由 A 、 B 两圆环组成的系统机械能守恒, 沿水平方向的动量守恒, 圆环 B 由静止摆到最低点的过程中, 机械能不断减少(圆环 B 减少的机械能转化为圆环 A 的动能), 当圆环 B 摆到最低点时, 圆环 A 的速度

达最大, 圆环 B 重力的功率 ($P = mgv_{By}$) 先增大后减小。

5. C 提示:根据衰变过程中质量数守恒和电荷数守恒可知, ${}_{90}^{232}\text{Th}$ (钍) 经过 6 次 α (${}_{2}^4\text{He}$) 衰变和 4 次 β (${}_{-1}^0\text{e}$) 衰变变成 ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ (铅), 铅核比钍核少 16 个中子, 衰变过程中存在质量亏损, 衰变速率(半衰期)与环境温度无关。

6. AC 提示:物块向下运动, 先加速后减速, 当其速度最大时, 加速度为零, 整个系统在竖直方向上处于平衡状态, 细杆对两小球的支持力等于系统的总重力, 此时两小球向里运动的速度最大, 之后弹簧进一步压缩; 当物块运动到最低点时, 物块的加速度向上, 系统处于超重状态, 细杆对两小球的支持力大于系统的总重力, 此时两小球的速度恰好为零, 动能为零。

7. CD 提示:点电荷产生的电场以点电荷为中心, 向四周发散, 其等势面是以点电荷为中心的一组同心球面而不是平面, A 、 C 两点的电场强度大小相等, 方向不同; 在平面 ABC 中, 其几何中心离场源电荷最近, 电场强度最大; 沿 $A \rightarrow B$ 方向移动正电荷时, 静电力与移动方向先成钝角后成锐角, 因此静电力先做负功后做正功。

8. BCD 提示:闭合开关 S 后, 金属杆 ab 切割磁感线, 回路中产生感应电流, 金属杆 ab 受到向上的安培力作用, 此后的运动有三种可能的情境, 一是重力恰好等于安培力, 金属杆 ab 向下做匀速直线运动; 二是重力小于安培力, 金属杆 ab 向下做减速运动, 随着速度减小, 安培力也减小, 直至安培力等于重力时, 金属杆 ab 仍做匀速直线运动, 即金属杆 ab 向下做加速度不断减小的减速运动, 最后做匀速运动; 三是重力大于安培力, 金属杆 ab 向下做加速运动, 随着速度增大, 安培力也增大, 直至安培力等于重力时, 金属杆 ab 仍做匀速直线运动, 即金属杆 ab 向下做加速度不断减小的加速运动, 最后做匀速运动。

9. (1) 7.25 (2) $\frac{d}{t}$ (3) $2gH_0$ (4) 增大

提示:(1)根据游标卡尺的读数规则可知,小球的直径 $d=0.7\text{ cm}+0.05\times 5\text{ mm}=7.25\text{ mm}$ 。(2)小球经过光电门时的速度 $v=\frac{d}{t}$ 。(3)小球在下落过程中的机械能守恒,则小球减少的重力势能等于增加的动能,即 $mgH_0=\frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t_0}\right)^2$,变形得 $\left(\frac{d}{t_0}\right)^2=2gH_0$ 。(4)由于空气阻力的作用,减少的重力势能大于增加的动能,增加下落高度后,阻力做功增加, $\Delta E_p-\Delta E_k$ 也增大。

10. (1) R_2 (2) 如图 1 所示 (3) 5.0 V
1.5 Ω

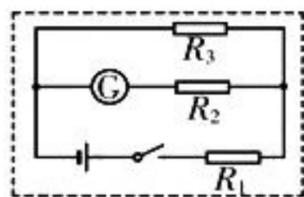


图 1

提示:(1)将灵敏电流计 G 改装成量程为 0~6 V 的电压表,需要串联的电阻的阻值 $R_{串}=\frac{U_g'}{I_g}-R_g=\frac{6}{100\times 10^{-6}}\Omega-100\Omega=5.99\times 10^4\Omega=59.9\text{ k}\Omega$,即应将灵敏电流计 G 与 R_2 串联。(3)根据闭合电路欧姆定律得 $E=U+\frac{U}{R_3}(r+R_1)$ (通过灵敏电流计 G 所在支路的电流很小,可以忽略不计),在 $\frac{1}{U}-\frac{1}{R_3}$ 图像中任取两组数值代入上式计算得 $E=5.0\text{ V}$, $r=1.5\Omega$ 。

11. (1)撤去外力 F 之前,木板 A 在滑动摩擦力的作用下做匀加速直线运动,滑块 B 在滑动摩擦力和外力 F 的作用下做匀加速直线运动,对木板 A 应用牛顿第二定律得 $\mu mg=Ma_1$,解得 $a_1=0.5\text{ m/s}^2$;对滑块 B 应用牛顿第二定律得 $F-\mu mg=ma_2$,解得 $a_2=1\text{ m/s}^2$ 。(2)设力 F 作用的时间为 t ,在这段时间内,滑块 B 的位移 $x_B=\frac{1}{2}a_2t^2$,木板 A 的位移 $x_A=\frac{1}{2}a_1t^2$,根据题意得 $x_B-x_A=\frac{L}{2}$,解得 $t=2\text{ s}$, $x_A=1\text{ m}$, $x_B=2\text{ m}$ 。因此力

F 做的功 $W=Fx_B=6\text{ J}$ 。(3)撤去外力 F 时,木板 A 的速度 $v_A=a_1t=1\text{ m/s}$,滑块 B 的速度 $v_B=a_2t=2\text{ m/s}$ 。设撤去外力 F 后,木板 A 与滑块 B 相对静止时的共同速度为 $v_{共}$,根据动量守恒定律得 $Mv_A+mv_B=(M+m)v_{共}$,解得 $v_{共}=1.2\text{ m/s}$ 。根据能量守恒定律得 $W=\frac{1}{2}(M+m)v_{共}^2+Q$,解得 $Q=2.4\text{ J}$ 。

12. (1)从 P 点到 Q 点,离子在静电力的作用下做类平抛运动,因为 $v_Q=\frac{qBL}{3m}$,所以 $v_0=v_x=v_Q\sin\theta=\frac{qBL}{6m}$ 。(2)离子离开电场后,可能直接进入磁场经偏转后返回电场中,也可能先沿直线运动一段距离后再进入磁场经偏转后返回电场中。作出离子可能的运动轨迹如图 2 所示,离子在磁场中做圆周运动时有 $qBv_Q=m\frac{v_Q^2}{R}$,解得 $R=\frac{L}{3}$ 。离子离开电场后直接进入磁场偏转的圆心角为 60° ,矩形磁场在 x

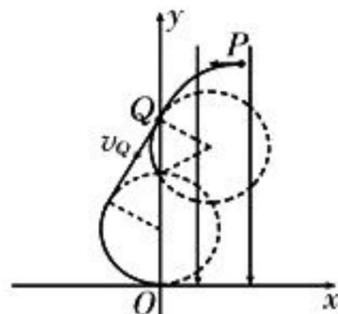


图 2

轴方向上的最小宽度为 $\frac{L}{3}-\frac{L}{3}\cos 30^\circ=\frac{L}{6}(2-\sqrt{3})$ 。(3)离子离开电场后,先沿直线运动一段距离,再进入磁场,最后返回电场中。随着磁场边界下移,离子在磁场中偏转的圆心角增大,运动时间变长。当离子经磁场偏转后通过 O 点沿水平方向返回电场中时,离子在磁场中运动的时间最长,且最长时间 $t=\frac{T}{3}=\frac{2\pi m}{3qB}$ 。

13. (1)BDE 提示: $a\rightarrow b$ 是等温变化过程, $b\rightarrow c$ 是等容降压变化过程,温度降低,因此气体在 a 状态时的温度比在 c 状态时的温度高,选项 A 错误。在 $b\rightarrow c$ 和 $d\rightarrow a$ 的过程中,气体温度的变化量相同,内能的变化量相同,而两过程中气体的体积均不变,不做功,因此气体吸、放热的绝对值相等,选项 B 正确。在 $c\rightarrow d$ 的过程中,气体的温度不变,内能不变,外界对其做的功与其向外放出的热

量相等,选项C错误。在整个循环过程中,气体的内能不变,气体对外做功,需要从外界吸收热量,选项D正确。 a 、 b 两状态相比较,气体温度相同,气体体积不同, a 状态下的气体分子密度较大,单位时间内与器壁单位面积碰撞的分子数较多,选项E正确。

(2)(i)稳定后,管内水银柱处于平衡状态,根据平衡条件得A端上方气柱的压强 $p = p_0 + 2 \times 2 \text{ cmHg} = 80 \text{ cmHg}$ 。(ii)设玻璃管的横截面积为 S ,稳定后A端上方气柱的长度为 l_A' ,根据玻意耳定律得 $p_0 l_A S = p l_A' S$,解得 $l_A' = 38 \text{ cm}$ 。

14.(1)向下 向上 等于 小于 提示:质点的振动方向可以由“上下波”法判断,则 a 绳最左端的振动方向向下, a 绳最左端是振源, a 、 b 两绳中所有质点的起振方向都与振源的起振方向相同,根据 b 绳中即将起振的质点的振动方向向上可知, a 绳最左端的起振方向向上。波的频率与周期由振源决定,则机械波在 a 、 b 两绳中的传播周期相等。波的传播速度由介质决定,波长由公式

(上接第43页)

根据 $nqU = \frac{1}{2} m v_n^2$,解得 $v_n = \sqrt{\frac{2nqU}{m}}$,同理得 $v_n' = \sqrt{\frac{2nkqU}{m}} = \sqrt{k} v_n$,又有 $T = \frac{2\pi R}{v_n}$, $T' = \frac{2\pi R'}{v_n'}$,比较上述各式得 $R' = \frac{R}{\sqrt{k}}$,表明运动过程中粒子B的轨迹半径始终不变。

点拨:根据相对论效应可知,随着速度的增大,粒子的质量增大,使得粒子在磁场中绕行半圈所用的时间变长,逐渐偏离交变电场的加速状态,因而粒子的能量达到一定的限度就不能再增大了。为了使粒子在磁场中做圆周运动的频率与加速电场的变化频率维持同步,以保持谐振加速条件,科学家们采取了两种办法:一种是使磁极外圈的磁场逐渐增强,抵消相对论效应的影响;另一种是调节加速电场的变化频率,使之适应相对论效应的影响。前一种改进措施发展成为扇形聚焦回旋加速器,后一种改进措施发展成为同步回

$\lambda = \frac{v}{f}$ 决定。根据题中波形图可知,波在 a 绳中的波长小于在 b 绳中的波长,则波在 a 绳中的传播速度小于在 b 绳中的传播速度。

(2)(i)光线在棱镜中的传播速度 $v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2} c$ 。(ii)作出光路图如图3所示,光线在 ab 面上发生折射,根据折射定律得 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$,解得 $\alpha = 45^\circ$,同理得光线在 ad 边上的出射角 $\gamma = 45^\circ$,根据几何关系可知,光线经过整个棱镜后的偏向角为 90° 。

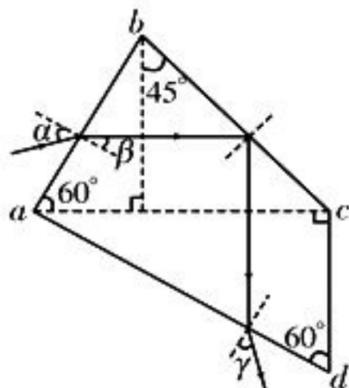


图3

(责任编辑 张巧)

旋加速器。求解本题就要打破磁场的磁感应强度和交变电流的变化周期不变这一常用知识的束缚,明确粒子的运动情景,逐步剖析相关问题。

总结:上述对回旋加速器的考查实际是其发展历程的再现。为了突破直线加速器的不足,科学家们设计出了回旋加速器,在经典的回旋加速器中,若粒子加速总时间和交变电流的变化周期相差较大,则可以忽略加速时间所带来的影响。随着所需粒子能量的增加,所需要的加速时间也在变长,就会出现明显的不同步现象,若所需粒子能量增大到一定极限,还会出现相对论效应,制约着粒子能量的增加,于是科学家们又通过改变磁场的磁感应强度和交变电流的变化频率,设计出了扇形聚焦回旋加速器和同步回旋加速器。同学们通过学习这些物理学史中蕴含的极为丰富的科学思想和人文精神,可以达到开阔眼界,丰富知识的目的,收获事半功倍的学习效果。

(责任编辑 张巧)

2022年高考化学模拟题一

北京亦庄实验中学 赵玉双(博士)

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12
N 14 O 16 Na 23 Mg 24 Al 27 Si 28
Cl 35.5 Fe 56

一、选择题: 本题包括 7 小题, 每小题 6 分, 共 42 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求。

1. 下列措施有利于节能减排、改善环境质量的是()。

- ①发展核电, 以减少火力发电带来的二氧化硫和二氧化碳排放问题
- ②积极推行“限塑令”, 加快研发利用二氧化碳合成的聚碳酸酯类可降解塑料
- ③加速建设地铁、轻轨等轨道交通, 减少汽车尾气排放
- ④发展低碳经济、循环经济, 推广可利用太阳能、风能的城市照明系统
- ⑤使用生物酶降解废水中的有机物, 使用填埋法处理未经分类的生活垃圾

- A. ①②③④ B. ①②⑤
C. ①②④⑤ D. ③④⑤

2. 实验室制备下列气体所选试剂、制备装置及收集方法(如图 1)均正确的是()。

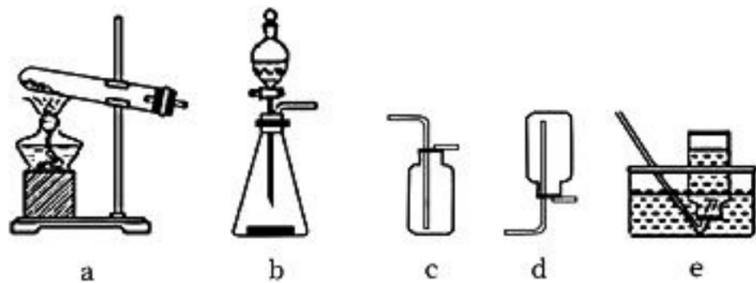


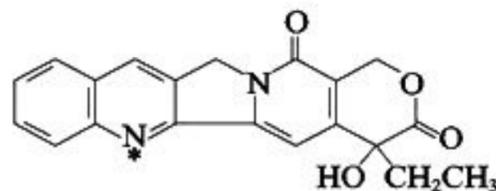
图 1

	气体	试剂	制备装置	收集方法
A	O ₂	KMnO ₄	a	d
B	H ₂	Zn+稀硫酸	b	e
C	NO	Cu+稀硝酸	b	c
D	CO ₂	大理石+稀硫酸	b	c

3. 下列反应的离子方程式正确的是()。

- A. 石灰石溶于醋酸: $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- B. 氯气与水反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$
- C. Fe(NO₃)₃ 溶液中加入过量的 HI 溶液: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$
- D. 向 AgCl 悬浊液中滴加 KI 溶液: $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{AgI} \downarrow$

4. 我国科学家从中国特有的喜树中分离得到具有肿瘤抑制作用的喜树碱, 其结构如下。



下列关于喜树碱的说法不正确的是()。

- A. 能发生加成反应
- B. 不能与 NaOH 溶液反应
- C. 羟基中 O—H 键的极性大于乙基中 C—H 键的极性
- D. 带 * 的氮原子有孤电子对, 能与含空轨道的 H⁺ 以配位键结合

5. W、X、Y、Z 均为短周期元素, W 的最外层电子数与核外电子总数之比为 7:17; X 与 W 同主族; Y 的原子序数是 W 和 X 的原子序数之和的一半; 含 Z 元素的物质焰色试验为黄色。下列判断正确的是()。

- A. 金属性: Y>Z
- B. 氢化物的沸点: X>W
- C. 离子的还原性: X>W
- D. 原子及离子半径: Z>Y>X

6. 用石墨电极电解 CuCl₂ 溶液(如下页图 2)。下列分析正确的是()。

- A. a 端是直流电源的负极
B. 通电使 CuCl_2 发生电离
C. 阳极上发生反应: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$
D. 通电一段时间后, 在阴极附近观察到黄绿色气体

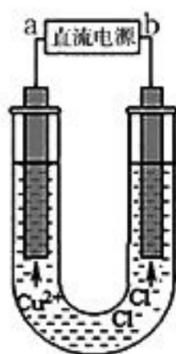


图2

7. 以酚酞为指示剂, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液滴定 20.00 mL 未知浓度的二元酸 H_2A 溶液。溶液中, pH 、分布系数 δ 随滴加 NaOH 溶液体积 V_{NaOH} 的变化关系如图3所示。已知: H_2A 的第一步电离完全进行。下列叙述不正确的是()。

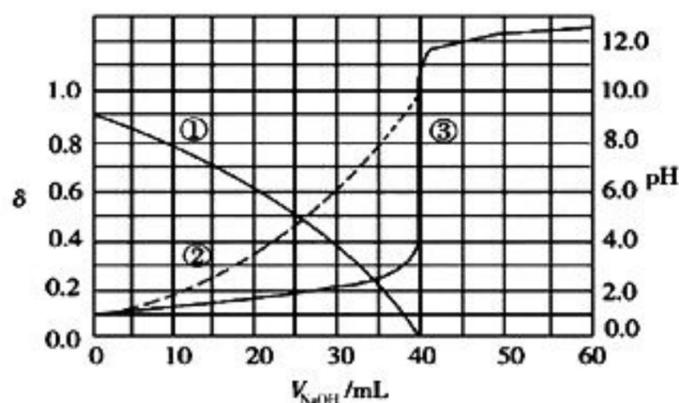


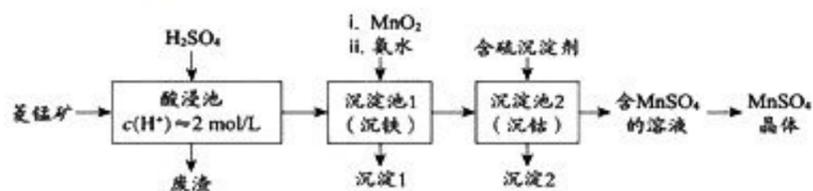
图3

- A. 曲线①代表 $\delta(\text{HA}^-)$, 曲线②代表 $\delta(\text{A}^{2-})$
B. H_2A 溶液的物质的量浓度为 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. 滴定终点时, 溶液中 $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{HA}^-)$
D. HA^- 的电离平衡常数 K_a 约为 1.0×10^{-2}

二、非选择题: 共58分, 第8~10题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第11~12题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共43分。

8. (14分) MnSO_4 是一种重要的化工产品。以菱锰矿(主要成分为 MnCO_3 , 还含有 Fe_3O_4 、 FeO 、 CoO 等)为原料制备 MnSO_4 的工艺流程如下。



资料: 金属离子沉淀的 pH 如表1所示。

表1

金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Co^{2+}	Mn^{2+}
开始沉淀	1.5	6.3	7.4	7.6
完全沉淀	2.8	8.3	9.4	10.2

(1) 酸浸后所得溶液的金属阳离子包括 Mn^{2+} 、 Co^{2+} 、_____。

(2) 沉淀池1中, 先加 MnO_2 充分反应后再加氨水。写出加 MnO_2 时发生反应的离子方程式: _____。

(3) 沉淀池2中, 不能用 NaOH 代替含硫沉淀剂, 原因是_____。

(4) 图4为 MnSO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的溶解度曲线。从“含 MnSO_4 的溶液”中提取“ MnSO_4 晶体”的操作为____, 洗涤干燥。

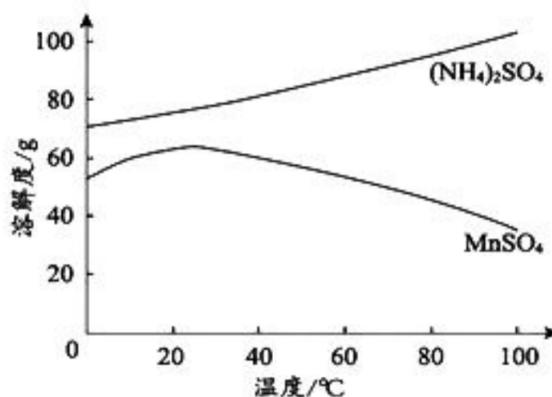


图4

(5) 受实际条件限制, “酸浸池”所得的废渣中还含有 Mn^{2+} 。其含量测定方法如下。

i. 称取 $a \text{ g}$ 废渣, 加酸将锰元素全部溶出成 Mn^{2+} , 过滤, 将滤液定容于 100 mL 容量瓶中。

ii. 取 25.00 mL 溶液于锥形瓶中, 加入少量催化剂和过量 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液, 加热、充分反应后 Mn^{2+} 全部转化为 MnO_4^- , 煮沸溶液使过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 分解。

iii. 加入指示剂, 用 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液滴定。滴定至终点时消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液的体积为 $c \text{ mL}$, MnO_4^- 重新变成 Mn^{2+} 。

① 第iii步中, 滴定至终点的现象是_____。

② 废渣中锰元素的质量分数为_____。

(6) 废渣若长期露置于空气中, 其中的锰元素会逐渐转化为 MnO_2 。研究者

用如图5所示装置提取 MnO_2 中的锰元素。图中“ $\text{H}\cdot$ ”代表氢自由基。实验测得电解时间相同时,随外加电流的增大,溶液中的 $c(\text{Mn}^{2+})$ 先增大后减小,减小的原因可能是____(写出两条)。

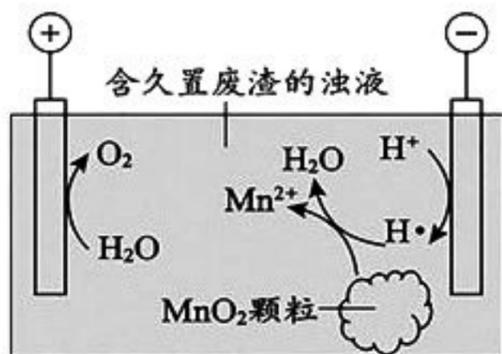


图5

9. (14分)碳、硫的含量影响钢铁性能,碳、硫含量的一种测定方法是将钢样中碳、硫转化为气体,再用测碳、测硫装置进行测定,如图6所示。

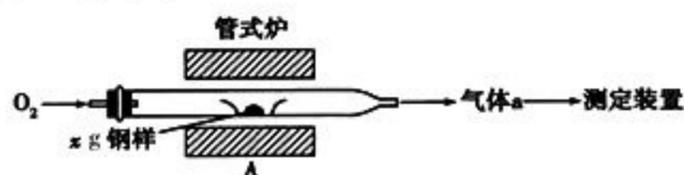


图6

(1)采用装置A,在高温下将 x g 钢样中碳、硫转化为 CO_2 、 SO_2 。

- ①气体 a 的成分是_____。
- ②若钢样中硫以 FeS 的形式存在,A 中反应:



(2)将气体 a 通入测硫装置中(如图7),采用滴定法测定硫的含量。

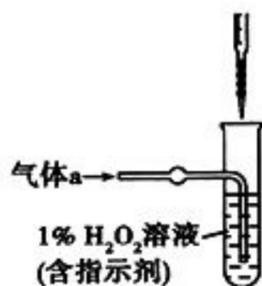


图7

- ① H_2O_2 氧化 SO_2 的化学方程式为_____。
- ②用 NaOH 溶液滴定生成的 H_2SO_4 , 消耗 z mL NaOH 溶液,若消耗 1 mL NaOH 溶液相当于硫的质量为 y g,则该钢样中硫的质量分数为_____。

(3)将气体 a 通入测碳装置中(如图8),采用重量法测定碳的质量。

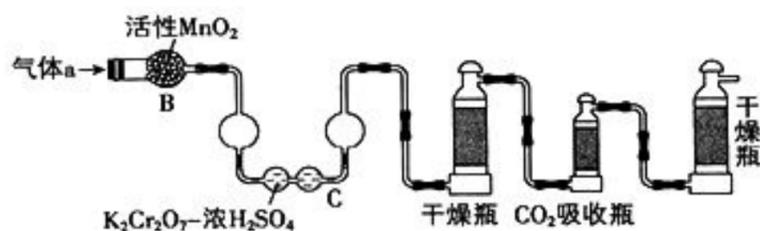
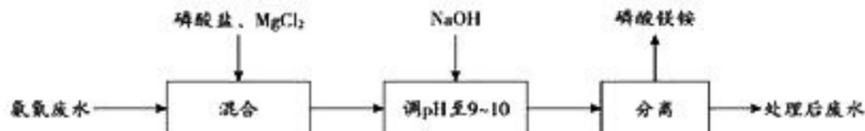


图8

- ①气体 a 通过 B 和 C 的目的是_____。
- ②计算钢样中碳的质量分数,应测量的数据是_____。

10. (15分)氨氮废水会造成水体富营养化。可用沉淀法处理氨氮废水并获得缓释肥料磷酸镁铵(MgNH_4PO_4),过程如下。



资料: i. 氨氮废水中氮元素主要以 NH_4^+ 形式存在。

ii. $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 MgNH_4PO_4 难溶于水。

iii. 当 $c(\text{Mg}^{2+})$ 和 $c(\text{NH}_4^+)$ 为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,生成 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀所需的 $c(\text{PO}_4^{3-})$ 约为 $1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,生成 MgNH_4PO_4 沉淀所需的 $c(\text{PO}_4^{3-})$ 约为 $1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(1)检验溶液中 NH_4^+ 的操作是_____。

(2)经处理后,分离磷酸镁铵所用的方法是_____。

(3)磷酸盐若选择 $\text{Na}_3(\text{PO}_4)_2$, 混合后会产生大量 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀,反应的离子方程式为_____,氨氮去除率将_____(填“提高”“降低”或“不变”)。

(4)含磷微粒的物质的量分数与 pH 的关系如图9所示。

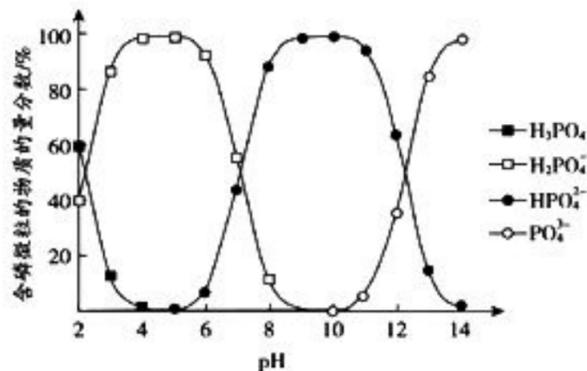


图9

下列说法正确的是_____(填序号)。

- a. Na_2HPO_4 溶液呈酸性
b. Na_3PO_4 和 Na_2HPO_4 溶液中,微粒的种类相同
c. 等浓度的 Na_3PO_4 和 Na_2HPO_4 溶液中, $[c(\text{H}_3\text{PO}_4) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{PO}_4^{3-})]$ 相等

(5) 处理氨氮废水时,磷酸盐可选用 Na_2HPO_4 。

① pH 在 9~10, 主要生成 MgNH_4PO_4 沉淀,反应的离子方程式为_____。

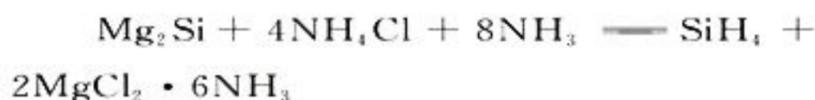
② pH 过大会降低废水中氨氮的去除率,可能的原因是_____。

③ 对于 $c(\text{NH}_4^+)$ 较低的氨氮废水,上述磷酸镁铵沉淀法的处理效果不佳,且无法通过增加 Na_2HPO_4 和 MgCl_2 的用量来改善,原因是_____。

(二) 选考题:共 15 分。请从两道题中任选一题作答。如果多做,则按所做的第一题计分。

11. 【选修 3:物质结构与性质】(15 分)

硅烷 SiH_4 可用于制造高纯硅。采用硅化镁法制备 SiH_4 的化学方程式如下:



(1) 硅在元素周期表中的位置是____,基态硅原子占据的最高能级的符号是_____。

(2) ① SiH_4 的电子式是_____。

② SiH_4 的沸点比 CH_4 的____(填“高”或“低”),原因是_____。

(3) Mg_2Si 可由 Mg 和 SiO_2 反应制得。晶体 SiO_2 属于____晶体(填晶体类型),一种 SiO_2 晶体的结构中有顶角相连的硅氧四面体形成螺旋上升的长链(如图 10)。其中 Si 原子的杂化轨道类型是_____。

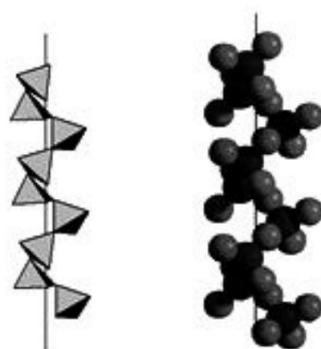


图 10

(4) Mg_2Si 晶体的晶胞结构如图 11 所示。每个 Mg 原子位于 Si 原子组成的四面体的中心。则 1 个 Si 原子周围有____个紧邻的 Mg 原子。

已知 Mg_2Si 的晶胞边长为 a cm,阿伏加德罗常数的值为 N_A ,则 Mg_2Si 晶体的密度为____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

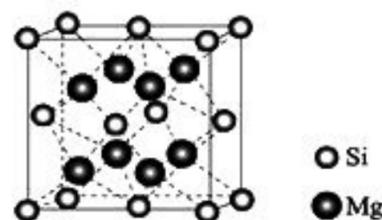
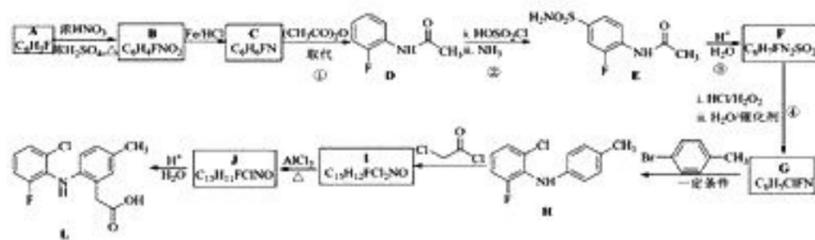


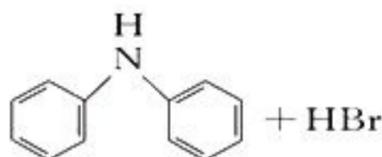
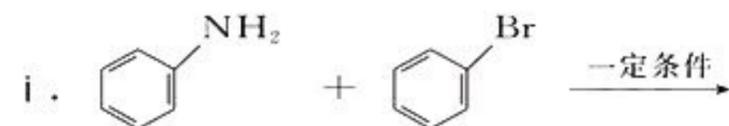
图 11

12. 【选修 5:有机化学基础】(15 分)

罗美昔布(L)可用于治疗风湿性关节炎、骨关节炎等,其合成路线如下。



已知:



(1) A 属于芳香族化合物,B 中的官能团名称是_____。

(2) B→C 的反应类型是_____。

(3) C→D 的化学方程式是_____。

(4) 反应②和反应④的目的是_____。

(5) J 中含有两个六元环和一个五元环, I→J 的化学方程式是_____。

(6) 在 L 的分离提纯过程中,需调节适宜的 pH 以降低 L 在水中的溶解度。pH 不宜过高也不宜过低的原因是_____。

(7) X 是 D 的异构体,符合下列条件的 X 的结构简式是_____。

a. $-\text{NH}_2$ 直接与苯环相连

b. 能发生银镜反应

c. 核磁共振氢谱有 5 组吸收峰,面积比为 2:2:2:1:1

(责任编辑 谢启刚)

2022 年高考化学模拟题二

■安徽省望江县第二中学 江已舒

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12
O 16 Na 23 Mg 24 Al 27 Cl 35.5
Fe 56 Ni 59

一、选择题: 本题包括 7 小题, 每小题 6 分, 共 42 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求。

1. 2021 年 10 月 16 日, 神舟十三号载人飞船在酒泉卫星发射中心由长征二号 F 遥十三运载火箭送入太空, 并和中国空间站组合体成功对接, 这是中国建设航天强国最新里程碑。下列说法错误的是()。

A. 长征二号 F 遥十三运载火箭使用“偏二甲肼和二氧化氮”作推进剂, 二氧化氮起氧化剂作用

B. 太空站组合体的“太阳翼”及光伏发电系统能将太阳能转化为化学能

C. 太空站组合体、神舟返回舱和长征二号火箭均使用了高强度碳纤维, 碳纤维属于新型无机高分子材料

D. 太空站组合体中最常见的保温隔热材料采用镀铝聚亚酰胺(PI)薄膜, 聚亚酰胺是有机高分子材料

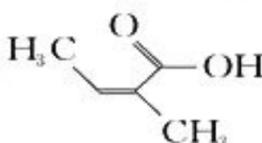
2. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是()。

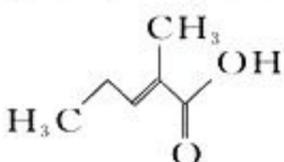
A. 16.8 g 铁丝在足量 O_2 中燃烧时转移的电子数为 $0.9N_A$

B. 含 0.1 mol $FeCl_3$ 的溶液与 0.1 mol 锌充分反应, 转移电子数目为 $0.1N_A$

C. 1 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $NaHSO_4$ 溶液中含有的阳离子数目为 $0.1N_A$

D. 50 g 质量分数为 46% 的乙醇水溶液中含有的氧原子总数为 $2N_A$

3. 白芷酸()是一种重要有机物, 下列有关该有机物的说法错误的是()。

A. 与  互为同系物

B. 能使酸性高锰酸钾溶液褪色
C. 1 mol 白芷酸最多能与 2 mol H_2 发生加成反应

D. 能发生取代反应、加聚反应

4. 一种化合物 Y_2ZW_3X 可用作牙膏的添加剂, W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素, 其中 Z 的最高价氧化物的水化物是三元酸, Y 的原子半径是短周期主族元素中最大的, W 与 X 的最外层电子数之和为 13。下列说法正确的是()。

A. 简单离子半径: $W > X > Y$

B. 简单氢化物的沸点: $X > W > Z$

C. Y 和 W 形成的化合物中只含有离子键

D. Y 与 X 形成的化合物的水溶液呈酸性

5. 钌(Ru)广泛应用于电子、航空航天、化工等领域。自然界中钌的矿产资源很少, 故从含钌废料中回收金属钌具有很强的现实意义。某科研小组设计了一种从含金属钌单质的废料中分离提纯金属钌的工艺, 其流程如下:



已知: “碱浸”工序中 Ru 单质生成了 Na_2RuO_4 ; “沉淀”工序中滤渣的主要成分为 RuO_2 。下列说法中错误的是()。

A. 为提高“碱浸”时钌的浸出率, 可采取延长浸取时间、适当提高温度的措施

B. “碱浸”时生成 Na_2RuO_4 的方程式中, 氧化剂和还原剂的化学计量数之比为 1:3

C. 在实验室进行操作 X 时, 必须要用到的玻璃仪器为漏斗、烧杯、玻璃棒

D. “沉淀”时加入草酸的目的是还原 Na_2RuO_4

6. 科研人员研发了一种将乙烯高效转化为环氧乙烷的电化学合成方法, 工作原理如下页图 1 所示。电解结束后, 将阴阳极电解液输出混合, 便可生成环氧乙烷。下列说法

错误的是()。

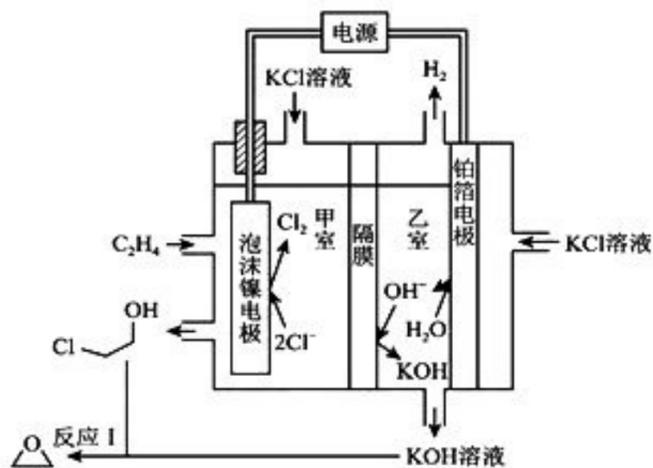


图 1

- A. 泡沫镍电极为电解池的阳极
B. 铂箔电极的电极反应式： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$
C. 甲室中发生了取代反应
D. 反应 I 的离子方程式为 $\text{Cl}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{OH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4-\text{O} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

7. 常温下,用一定浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液分别滴定体积均为 20.00 mL、浓度均为 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 、 HCl 和 CH_3COOH 三种溶液。滴定过程中溶液的电导率如图 2 所示

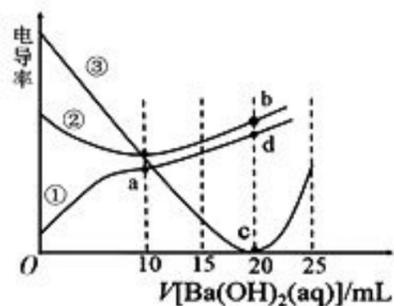


图 2

(已知 $\lg 2 = 0.3$, $\lg 5 = 0.7$, 溶液混合引起的体积变化可忽略)。下列说法正确的是()。

- A. 曲线①②③分别代表 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 滴定盐酸、醋酸和硫酸的曲线
B. 由图可知 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 浓度为 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 且 b 点对应的 pH 为 12.7
C. 图中 a、b、c、d 点溶液中,水的电离程度的大小关系: $a > b > d > c$
D. a 点对应的溶液中粒子浓度大小关系: $c(\text{Ba}^{2+}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

二、非选择题:共 58 分,第 8~10 题为必考题,每个试题考生都必须作答。第 11~12 题为选考题,考生根据要求作答。

(一)必考题:共 43 分。

8. (14 分)氯化法是合成硫酰氯 (SO_2Cl_2) 的常用方法,实验室合成硫酰氯 (SO_2Cl_2) 的反应为 $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{l})$ $\Delta H = -97.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 实验装置如图 3 所示。

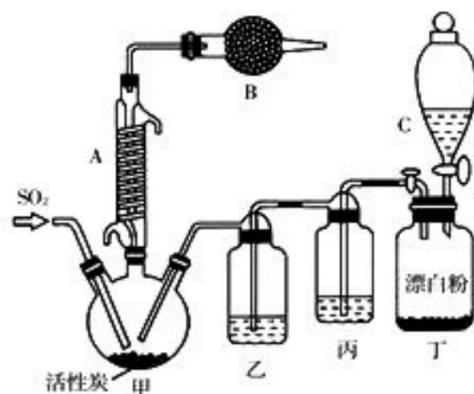


图 3

有关信息如下:硫酰氯通常条件下为无色液体,熔点为 $-54.1 \text{ }^\circ\text{C}$, 沸点为 $69.1 \text{ }^\circ\text{C}$, 在潮湿空气中“发烟”, $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上开始分解, 生成二氧化硫和氯气, 长期放置也会发生分解。回答下列问题:

(1) 装置甲中仪器 B 的名称为____, 甲中活性炭的作用是____。

(2) 装置丁中仪器 C 中试剂为浓盐酸, 则装置丁中发生的离子反应方程式为____。

(3) 氯磺酸 (ClSO_3H) 加热分解, 也能制得硫酰氯与另外一种物质, 该反应的化学方程式为____, 从中分离产物的方法是____(填字母)。

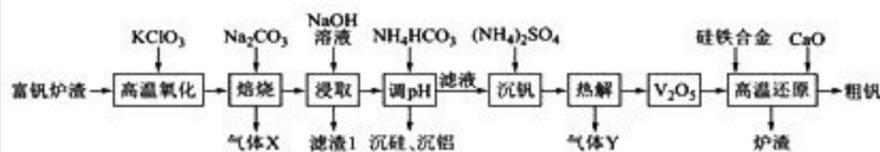
- A. 重结晶 B. 蒸馏
C. 过滤 D. 萃取

(4) 装置丙的试剂为____, 装置乙和装置 B 的共同目的是____。

(5) 为提高本实验中硫酰氯的产率, 宜进行的操作有____(填序号)。

- ① 控制气流速率, 宜慢不宜快
② 先通气, 再通冷凝水
③ 若三颈烧瓶发烫, 可适当降温

9. (14 分)金属钒主要用于冶炼特种钢, 被誉为“合金的维生素”。人们在化工实践中, 以富钒炉渣(其中的钒以 $\text{FeO} \cdot \text{V}_2\text{O}_5$ 、 V_2O_5 等形式存在, 还有少量的 SiO_2 、 Al_2O_3 等)为原料提取金属钒的工艺流程如下所示。



提示：①钒有多种价态，其中+5价最稳定；②V₂O₅在碱性条件下可转化为VO₃⁻。

(1)试列举可加快“高温氧化”速率的措施：____(填一条)。

(2)“气体Y”和“滤渣1”的化学式分别为____、____。

(3)“沉硅、沉铝”中得到含铝沉淀的离子方程式为____。

(4)“高温氧化”过程中，若有1 mol FeO·V₂O₅被氧化，则转移的电子数为____ N_A。

(5)写出“焙烧”时Al₂O₃发生反应的化学方程式：____。

(6)在“高温还原”反应中，氧化钙最终转化为____(写化学式)。

(7)用铝热反应也可将V₂O₅还原为钒，相应的化学方程式为____。

10. (15分)氮元素的化合物种类繁多，性质也各不相同。请回答下列问题：

(1)已知：①N₂(g) + O₂(g) = 2NO(g) ΔH = +180.5 kJ·mol⁻¹

②2H₂(g) + O₂(g) = 2H₂O(g) ΔH = -483.6 kJ·mol⁻¹

③N₂(g) + 3H₂(g) = 2NH₃(g) ΔH = -92.4 kJ·mol⁻¹

则反应：④4NH₃(g) + 5O₂(g) = 4NO(g) + 6H₂O(g)的ΔH = ____ kJ·mol⁻¹。

根据 $R \ln K_p = -\frac{\Delta H}{T} + C$ (C为常数)，由图4中的数据可推知，该反应的反应热为____ kJ·mol⁻¹ (保留小数点后2位)，图中表示的方程式是____ (填序号)。

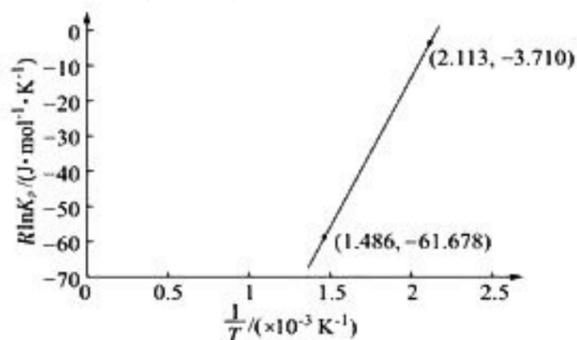


图4

(2)生产硝酸的第二步反应是2NO + O₂ = 2NO₂，在0.1 MPa和0.8 MPa压强下，NO的平衡转化率α随温度的变化如图5所示，反应在400℃、0.8 MPa时的α = ____，在压强p₁、温度600℃时，A点v_正 ____ v_逆 (填“大于”“小于”或者“等于”)。

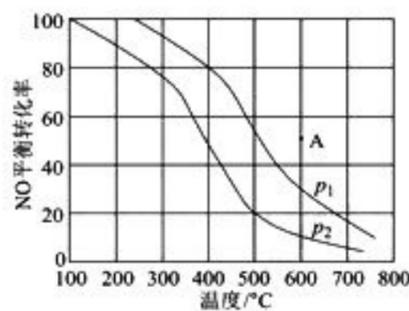


图5

(3)研究表明NO和O₂的反应分两步进行：



NO和O₂反应速率公式为 $v = k \cdot K \cdot p_2(\text{NO}) \cdot p(\text{O}_2)$ ，K为反应①的平衡常数，k为反应②速率常数(k随温度T升高而增大)。当其他条件不变时，研究NO达到一定转化率时，温度与时间的关系如表1所示。

表1

压强/(×10 ⁵ Pa)	温度/℃	NO达到一定转化率所需时间/s		
		50%	90%	98%
1	30	12.4	248	2 830
	90	25.3	508	5 760
8	30	0.19	3.88	36.4
	90	0.59	7.86	74

根据表中信息，对于反应2NO + O₂ = 2NO₂，当其他条件一定时，升高温度，反应速率降低，原因是____。

(4)利用现代手持技术传感器探究压强对2NO₂(g) = N₂O₄(g)平衡移动的影响。在恒定温度和标准压强条件下，往针筒中充入一定体积的NO₂气体后密封并保持活塞位置不变。分别在t₁s、t₂s时迅速移动活塞后并保持活塞位置不变，测定针筒内气体压强变化如图6所示。

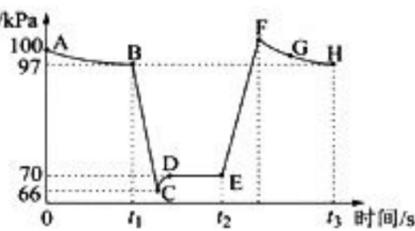


图6

①B、E两点对应的正反应速率大小为

v_B ____ (填“>”“<”或“=”) v_E 。

②E、F、G、H 四点对应气体的平均相对分子质量最大的点为 ____。

(二)选考题:共 15 分。请从两道题中任选一题作答。如果多做,则按所做的第一题计分。

11.【选修 3:物质结构与性质】(15 分)

锰(Mn)、钴(Co)、镍(Ni)等过渡金属元素化合物的应用研究是前沿科学之一,回答下列问题:

(1)Mn 的价电子排布式为 ____。金属锰可导电、导热,有金属光泽和延展性,这些性质都可以用“ ____ 理论”解释。

(2)已知金属锰有多种晶型, γ 型锰的面心立方晶胞俯视图符合图 7 中的 ____ (填序号),每个 Mn 原子周围紧邻的原子数为 ____。

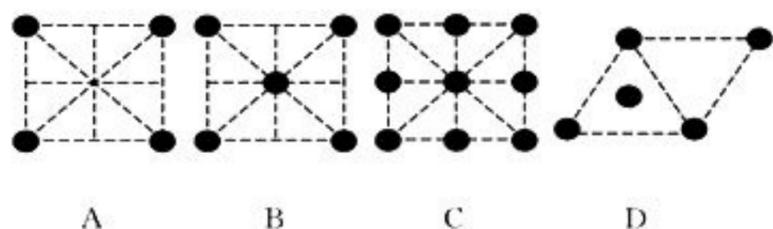


图 7

(3) $[\text{Co}(\text{DMSO})_6](\text{ClO}_4)_2$ 是一种紫色晶体,其中 DMSO 为二甲基亚砷,化学式为 $\text{SO}(\text{CH}_3)_2$ 。DMSO 中硫原子的杂化轨道类型为 ____, $\text{SO}(\text{CH}_3)_2$ 中键角 $\angle\text{C}-\text{S}-\text{O}$ ____ CH_3COCH_3 中键角 $\angle\text{C}-\text{C}-\text{O}$ (填“大于”“小于”或“等于”), ClO_4^- 的空间构型是 ____, 元素 S、Cl、O 的电负性由大到小的顺序为 ____。

(4)镍和苯基硼酸在催化剂作用下可以合成丙烯醇($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$),其相对分子质量等于丙醛($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$),但两者沸点相差较大,原因是 ____。

(5)NiO 的晶胞结构如图 8 所示,其中离子坐标参数 A 为(0,0,0),B 为(1,1,1),则 C 的离子坐标参数为 ____。一定温度下,NiO 晶体可以自发地分散并形成“单分子层”,可以认为 O^{2-} 作密置单层排列, Ni^{2+} 填充其中(如图 9),已知 O^{2-} 的半径为 a pm,设阿伏加德罗常数值为 N_A ,每平方米面积上具有该晶体的质量为 ____ g(用含 a 、 N_A 的代数式表示)。

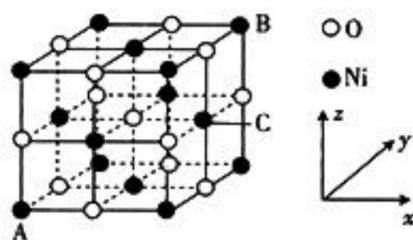


图 8

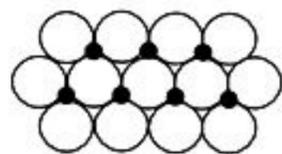
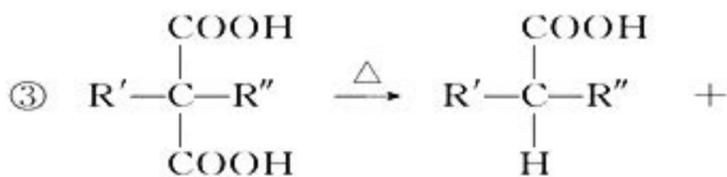
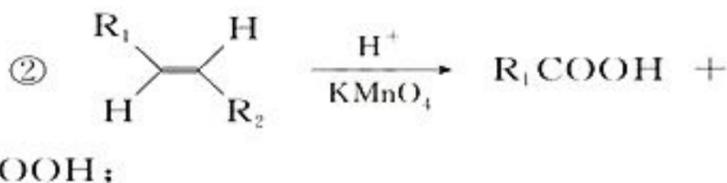
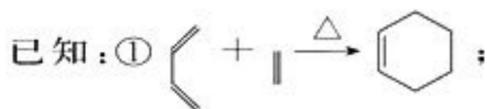
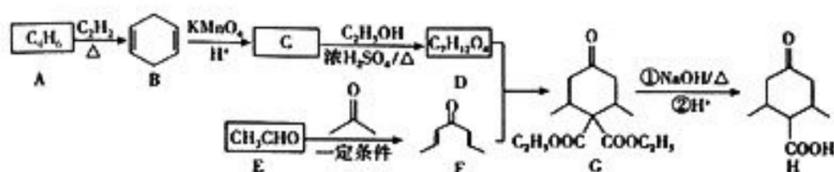


图 9

12.【选修 5:有机化学基础】(15 分)

H 是一种重要的有机合成中间体,常用于制备抗病毒的核苷类药物,它的一种合成路线如下。



$\text{CO}_2 \uparrow$ (R' 和 R'' 代表烷基)。

请回答下列问题:

(1)A 的化学名称为 ____, A→B 的反应类型为 ____。

(2)C 的结构简式为 ____。

(3)D 中所含官能团的名称为 ____。

(4)G→H 的第①步反应的化学方程式为 ____。

(5)请用 * 标出 H 中的手性碳原子: ____。

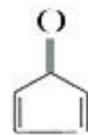
(6)I 是 F 的同分异构体,符合下列条件的 I 有 ____ 种(不考虑立体异构)。

①分子中有一个六元环;

②能发生银镜反应。

(7)参照题给合成路线,请以丙酮和乙烯

为原料,其他无机试剂任选,写出合成的路线: ____。



(责任编辑 谢启刚)

2022 年高考化学模拟题三

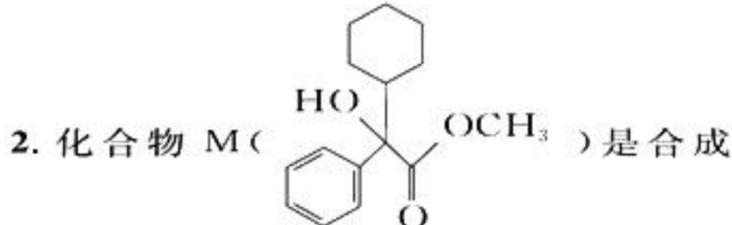
■ 河南省鄢陵县第一高级中学 冯存良

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12
O 16 Na 23 Mg 24 S 32 Cl 35.5

一、选择题: 本题包括 7 小题, 每小题 6 分, 共 42 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求。

1. 第 22 届冬奥会于 2022 年 2 月 4 日在北京开幕, “科技冬奥” “绿色办奥” “京彩奥运” 等理念得到淋漓尽致的体现。下列说法不正确的是()。

- A. 冬奥会上采用紫外杀菌技术对笔记本电脑消毒, 这是利用紫外线使蛋白质变性
- B. 冬奥会使用二氧化碳跨临界制冰机组, 与传统制冷剂氟利昂相比更加环保
- C. 长城的青砖与青花瓷着色剂霁蓝釉含相同的铁的氧化物
- D. 中国运动员御寒服以新疆长绒棉为面料, 新疆驼绒为内胆, 二者均属于高分子材料



药物奥昔布宁的一种中间体, 下列关于 M 的说法正确的是()。

- A. 该有机物属于烃
- B. 所有碳原子可能共平面
- C. 该分子中含有 3 种官能团
- D. 环上的一氯代物有 7 种(不含立体异构)

3. 碳酰氯 (COCl₂) 俗名光气, 熔点为 -118 °C, 沸点为 8.2 °C, 遇水迅速水解, 生成氯化氢。光气可由氯仿 (CHCl₃) 和氧气在光照条件下合成。根据图 1 判断, 下列说法错误的是()。

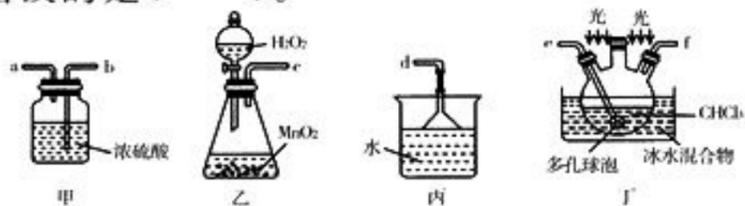


图 1

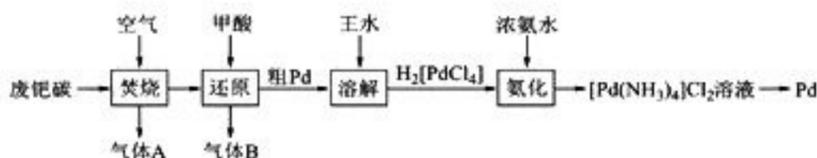
A. 装置的连接顺序应为 c→b→a→e→f→b→a→d

B. 可以用 AgNO₃ 溶液检验是否有光气生成

C. 装置丁中发生的反应 2CHCl₃ + O₂ $\xrightarrow{\text{光照}}$ 2COCl₂ + 2HCl 是取代反应。

D. 装置丙可以用盛有碱石灰的干燥管代替

4. “钯碳”是将金属钯粉负载到活性炭及有机物上制成的催化剂, 废钯碳中钯的回收可通过“王水脱钯”法实现, 其工艺流程如下。



下列说法错误的是()。

- A. 气体 A 主要是 CO₂
- B. Pd 是元素周期表中第五周期第Ⅷ族的元素。
- C. “溶解”反应中消耗 HCl 和 HNO₃ 的物质的量之比为 6 : 1
- D. 温度越高, 反应生成 Pd 效率越高

5. H₂S 是一种高毒性、高腐蚀性的气体污染物。最新研究表明, 在多孔炭材料上搭载活性组分催化氧化脱硫效果明显优于传统的吸附法, 其反应机理如图 2 所示, 此时 H₂S 在水中浓度为 0.34 g/100 mL。下列有关说法正确的是()。

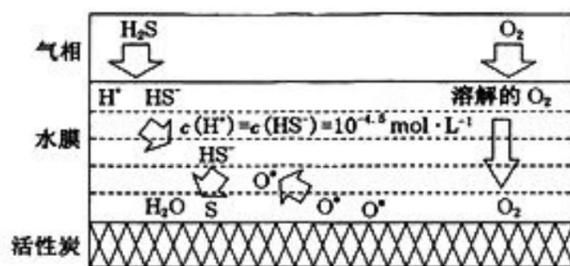


图 2

注: O* 代表活性氧原子

- A. 温度越高, 多孔炭材料催化氧化脱硫的效果越好
- B. H₂S 的一级电离常数量为 10⁻⁸

C. 活性炭的作用仅为吸附剂

D. 该反应的总反应方程式为 $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

6. 一种利用烃(C_xH_y)来消除氮氧化物污染的工作原理如图3所示,装置中电极均为惰性电极,两侧电解质为同浓度的氢氧化钠。下列说法错误的是()。

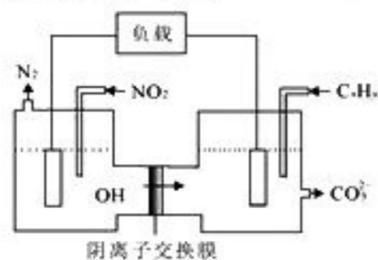


图3

A. 通入 NO_2 的电极为阴极,发生还原反应

B. 若使用的烃为 C_2H_4 ,该电极反应为 $\text{C}_2\text{H}_4 + 16\text{OH}^- - 12\text{e}^- \longrightarrow 2\text{CO}_3^{2-} + 10\text{H}_2\text{O}$

C. 装置中转移 0.2 mol 电子时,有 $0.2N_A$ 个 OH^- 通过阴离子交换膜

D. 装置工作一段时间后,左侧电极室中溶液的 pH 不变

7. 某种天然碱的化学式为 $a\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot b\text{NaHCO}_3 \cdot c\text{H}_2\text{O}$,取一定质量该天然碱溶于水,逐滴加入稀盐酸,溶液中的 NaHCO_3 的物质的量与加入 HCl 的物质的量变化如图4所示,以下说法正确的是()。

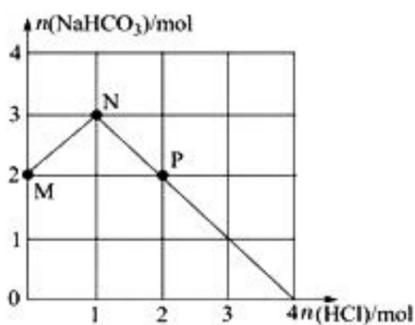


图4

A. $a : b = 1 : 3$

B. N点溶液中存在: $c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

C. 水的电离程度: $\text{N} > \text{M} = \text{P}$

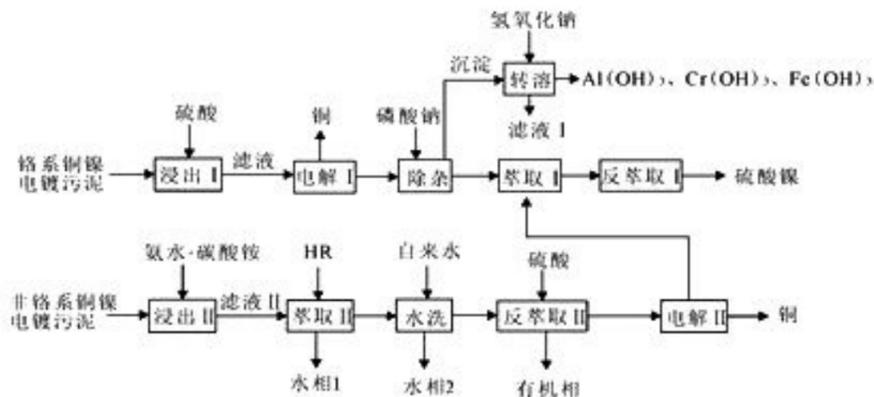
D. 取天然碱溶液加入盐酸,离子方程式可能是 $3\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + 5\text{H}^+ \longrightarrow 4\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

二、非选择题:共58分,第8~10题为必考题,每个试题考生都必须作答。第11~12题为选考题,考生根据要求作答。

(一)必考题:共43分。

8. (14分)铬系和非铬系铜镍电镀污泥

均含有 $\text{Cu}(\text{II})$ 、 $\text{Ni}(\text{II})$ 、 $\text{Fe}(\text{II})$ 、 $\text{Al}(\text{III})$ 的氢氧化物,前者还含有 $\text{Cr}(\text{III})$ 的氢氧化物,一种综合回收铜、镍的新工艺流程如下。



已知:

I. FePO_4 、 CrPO_4 、 AlPO_4 、 $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$ 的 K_{sp} 依次为 1.3×10^{-22} 、 2.4×10^{-23} 、 5.8×10^{-19} 、 5.0×10^{-31} 。

II. Cr 及其化合物的性质与铝类似。

回答下列问题:

(1)“电解I”时,需严格控制电压,除回收铜之外,第二个目的是____,可通过一种试剂证明第二个目的是否达成,该试剂为____(填化学式)。

(2)“除杂”时,若镍离子浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则应调整溶液中 PO_4^{3-} 浓度范围为____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (溶液中离子浓度 $\leq 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,认为该离子沉淀完全; $\sqrt{10} = 3.2$)。

(3)“转溶”时,氢氧化钠加入量不宜过多,其原因为____(用离子方程式表示)。

(4)“浸出II”时,采取了多次浸取的方式,其目的为____。

(5)“萃取II”时,发生的反应为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\text{HR} \longrightarrow \text{CuR}_2 + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{NH}_3$ 和 $\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+} + 2\text{HR} \longrightarrow \text{NiR}_2 + 2\text{NH}_4^+ + 4\text{NH}_3$,则“反萃取II”时含铜微粒发生反应的离子方程式为____。

(6)关于“电解II”,下列说法正确的是____。

A. 电解液需要弱酸性环境

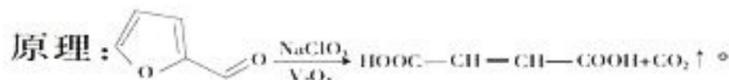
B. 电解时,可以用铜作阳极

C. 若维持电流强度为 0.5 A ,电流效率(实际沉积与理论沉积物质的量之比)为 90% ,电解 8 min ,理论上可获得铜 0.0012 g (已知: $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$)

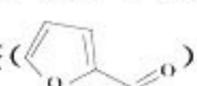
D. 电解过程中铜的回收率达不到 100%
(7) 流程中除有机相之外, 可以循环利用的物质还有____(填化学式)。

9. (15分) 富马酸亚铁含铁量高, 较难氧化成三价铁, 在胃里铁不直接游离, 对胃黏膜刺激较小, 是一种治疗缺铁性贫血的安全有效的铁制剂。某实验小组制备富马酸亚铁并测定产品中铁的质量分数。

(1) 制备富马酸。



实验装置如图 5 所示, 夹持装置已略去。

步骤: ① 将 NaClO_2 和 V_2O_5 置于三颈烧瓶中, 滴加糠醛() , 在 $90\sim 100\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下持续加热 3~4 h。仪器 A 的名称是____, 冷却液宜从 a 口进入的原因是____。

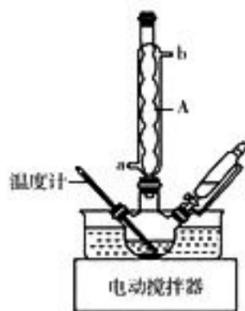


图 5

② 冰水冷却结晶, 当有较多固体析出时立即抽滤得到富马酸粗品, 其中用冰水冷却的目的是____; 抽滤的优点有____。

(2) 合成富马酸亚铁。

① 取精制后的富马酸 ($\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$) 溶于适量水中, 加入碳酸钠调节 pH 为 6.5~6.7, 加热、搅拌, 产生大量气泡。产生气泡的化学方程式为____。

② 将硫酸亚铁溶液和适量的 Na_2SO_3 溶液缓慢加入上述反应液中, 维持温度为 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 并充分搅拌 3~4 h。加入适量的 Na_2SO_3 溶液的目的是____。

③ 经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥等得到产品。

(3) 测定产品中铁的质量分数。

准确称取产品 $a\text{ g}$, 加入新煮沸过的 $3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液 15 mL, 待样品完全溶解后, 再加入新煮沸过的冷水 50 mL 和 4 滴邻二氮菲-亚铁指示剂, 此时溶液呈红色; 立即用 $c\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{SO}_4)_3$ 标准液滴定 ($\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+} = \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$, 假设杂质不反应), 滴定到终点(溶液变为浅蓝色)时消耗标准液 $V\text{ mL}$ 。

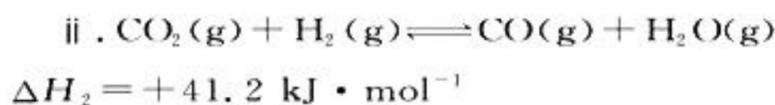
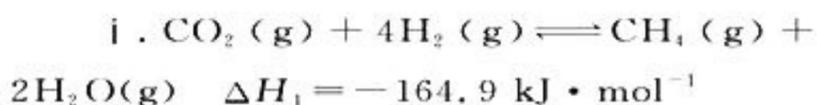
① $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{SO}_4)_3$ 标准液适宜盛放在____(填“酸式”或“碱式”)滴定管中。

② 该实验中能否用 KMnO_4 标准液代替 $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{SO}_4)_3$ 标准液滴定 Fe^{2+} , 说明理由:____。

③ 产品中铁的质量分数为____(用含 c 、 a 、 V 的代数式表示)。

10. (14分) 2021年10月27日, 以“探索与展望第五次工业革命中时尚产业的方向和绿色共识”为主题的 2021 气候创新·时尚峰会在柯桥举行。大会倡导绿色、低碳、循环、可持续的发展方式, 共同构建新型世界纺织产业命运共同体。

(1) 已知下列热化学方程式:



① 已知在某种催化剂的作用下, $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ 的正反应的活化能 $E_{a(\text{正})}$ 为 $312\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 则该反应的逆反应的活化能 $E_{a(\text{逆})}$ 为____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

② 将 $n(\text{H}_2) : n(\text{CO}_2) = 4 : 1$ 的混合气体充入反应器中, 气体总压强为 0.1 MPa, 平衡时 $c(\text{CO}_2)$ 、 $v_{\text{正}}(\text{CO}_2)$ 与温度的关系如图 6 所示。220~400 $^\circ\text{C}$ 时, CO_2 的物质的量浓度随温度升高而增大的原因是____。

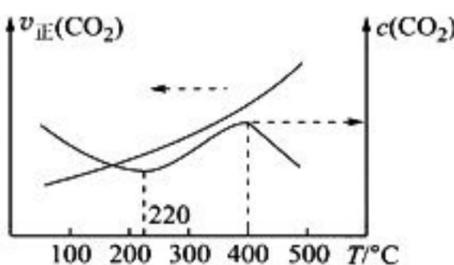


图 6

(2) 利用光能和光催化剂, 可将 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 转化为 CH_4 和 O_2 。紫外光照射时, 在不同催化剂(I、II、III)作用下, CH_4 产量随光照时间的变化如图 7 所示。

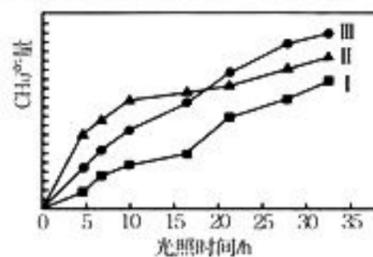


图 7

①在0~30小时内,CH₄的平均生成速率v(I)、v(II)和v(III)从大到小的顺序为_____。

②能使该反应的反应速率增大,且平衡向正反应方向移动的是_____。

- A. 升高体系温度
B. 适当提高压强
C. 及时分离出气体 O₂
D. 选择高效的催化剂

(3)在使用某种催化剂催化 CO₂ 加氢合成乙烯的反应时,所得产物含 CH₄、C₃H₆、C₄H₈ 等副产物。若在催化剂中添加 Na、K、Cu 助剂后(助剂也起催化作用)可改变反应的选择性,在其他条件相同时,添加不同助剂,经过相同时间后测得 CO₂ 转化率和各产物的物质的量分数如表 1 所示。

表 1

助剂	CO ₂ 转化率/%	各产物在所有产物中的占比/%		
		C ₂ H ₄	C ₃ H ₆	其他
Na	42.5	35.9	39.6	24.5
K	27.2	75.6	22.8	1.6
Cu	9.8	80.7	12.5	6.8

欲提高单位时间内乙烯的产量,在催化剂中添加_____助剂效果最好;加入助剂能提高单位时间内乙烯产量的根本原因是_____。

(4)在 T °C、压强为 1.2p kPa 时,向容积为 2 L 的恒容密闭容器中充入 1 mol CO₂ 和一定量的 H₂ 发生反应:CO₂(g)+2H₂(g)⇌HCHO(g)+H₂O(g) ΔH<0。达到平衡时,HCHO 的分压与起始的 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO}_2)}$ 关系如图 8 所示。

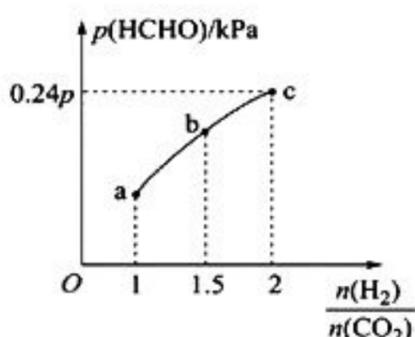


图 8

①b 点时反应的化学平衡常数 $K_p =$ _____ (保留三位有效数字)(p kPa)⁻¹。

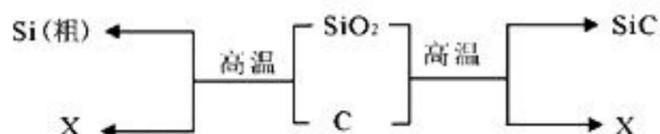
②c 点时,再加入 CO₂(g) 和 H₂O(g),使

二者分压均增大 0.05p kPa,则 H₂ 的转化率 _____ (填“增大”“不变”或“减小”)。

(二)选考题:共 15 分。请从两道题中任选一题作答。如果多做,则按所做的第一题计分。

11.【选修 3:物质结构与性质】(15 分)

硅与金刚砂(SiC)是两种重要的工业产品,它们都可由二氧化硅与碳反应制得。



(1)若将基态硅原子最高能级的电子排布图表示为 $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline 3p \\ \hline \end{array}$,则它违背了____;A、B 与硅位于同周期,若 A、B 的第一电离能(相对大小)中间只有 Si,则 A、B 分别是_____。

(2)使 SiO₂ 固体液化需要克服的作用力为____,若 Si—O 键的键能为 a kJ·mol⁻¹,则使 1 mol SiO₂ 全部变成 Si、O 原子至少需要提供的能量是____ kJ。

(3)从原子轨道重叠的角度,X 分子中含有的化学键是____,与 X 互为等电子体的离子有____(任写一种)。X 可与氧气反应生成 Y,Y 分子的中心原子杂化轨道类型是_____。

(4)SiC 与晶体硅相比,_____熔点较高,原因是_____。

(5)晶体硅的晶胞如图 9 所示,以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置,称作原子分数坐标。则图 9 中原子①的原子坐标是____,晶体中硅原子的空间利用率为____(用含 π 的式子表示)。

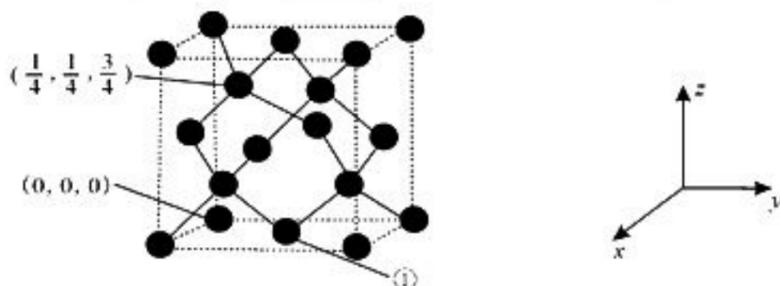
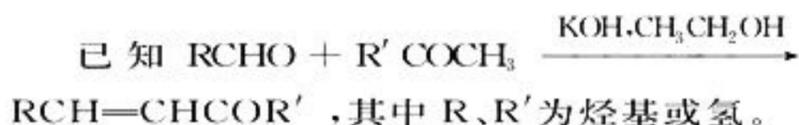


图 9

12.【选修 5:有机化学基础】(15 分)

一种由有机物 A 制备甘草素 G 的合成路线如下所示。



2022 年高考化学模拟题四

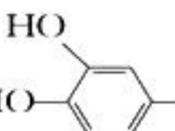
■安徽省砀山中学 董 顺
■安徽省宿州市第二中学 程 波
■安徽省泗县第一中学 陈松林
■安徽省宿州市教科所 胡长庚

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12
O 16 Cu 64 Ni 59 Fe 56

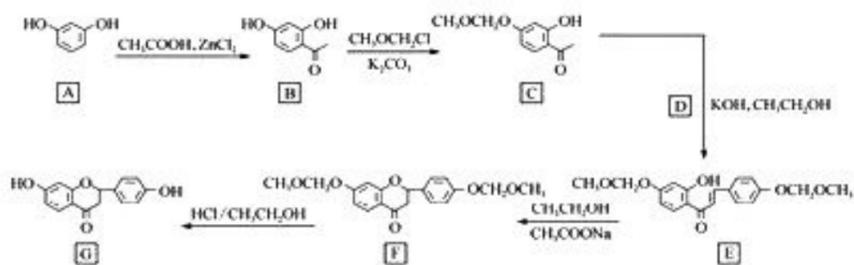
一、选择题: 本题包括 7 小题, 每小题 6 分, 共 42 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求。

1. 劳动是一切幸福的源泉, 下列劳动与所涉及的化学知识错误的是()。

选项	劳动项目	化学知识
A	研制疫苗	化学学科与生命、医药等领域形成很强的交叉融合
B	垃圾分类	“可回收物”中的玻璃、塑料均属于有机高分子材料
C	蚀刻五金	利用 FeCl ₃ 的氧化性蚀刻不锈钢广告牌、印刷铜版
D	污水处理	处理剂 PAC(聚合氯化铝)可使废水中细小颗粒絮凝

2. 咖啡酸() 有较广泛的抑菌和抗病毒活性作用, 可在化妆品中安全使用。有关该化合物, 下列叙述错误的是()。

A. 分子式为 C₉H₈O₄



回答下列问题:

(1) A 的化学名称为_____。

(2) B 中官能团的名称为(酚)羟基、_____; B→C 的反应类型为_____。

(3) D 的结构简式为_____; 其与银氨溶液反应的化学方程式为_____。

B. 能与 NaOH、NaHCO₃ 反应

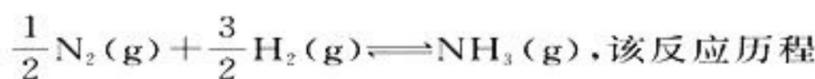
C. 能够发生酯化反应

D. 所有原子不可能共平面

3. 下列现象或事实、解释都正确的是()。

选项	现象或事实	解释
A	将石油分馏的产品石蜡加热, 产生的气体通入酸性高锰酸钾溶液中, 溶液紫红色逐渐褪去	石油中含有烯烃等不饱和烃
B	取少许 Na ₂ SO ₃ 样品溶于水, 加入盐酸酸化的 Ba(NO ₃) ₂ 溶液, 有白色沉淀产生	Na ₂ SO ₃ 样品中含有 Na ₂ SO ₄
C	常温下, 分别测定等浓度的 Na ₂ SiO ₃ 溶液和 Na ₂ CO ₃ 溶液的 pH, 前者的 pH 较大	SiO ₃ ²⁻ 结合 H ⁺ 的能力比 CO ₃ ²⁻ 强
D	向含 AgCl 和 AgBr 的饱和溶液中加入足量浓 AgNO ₃ 溶液, 产生两种颜色沉淀, 但以淡黄色为主	溶液中 $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Br}^-)}$ 增大

4. 铁触媒催化合成氨的反应可表示为



该反应历程如下页图 1 所示, 其中吸附在催化剂表面的物质用“ad”表示。下列说法错误的是()。

(4) 苯环上有 3 个取代基, 其中两个羟基处于间位, 且能与饱和 NaHCO₃ 溶液反应生成气体的 C 的同分异构体共有_____种(不包含立体异构), 其中核磁共振氢谱有 5 组峰, 峰面积之比为 6:2:2:1:1 的结构简式为_____。

(5) 参照上述合成路线设计以甲苯和丙酮为原料制备  的合成路线: _____(其他无机试剂任选)。

(责任编辑 谢启刚)

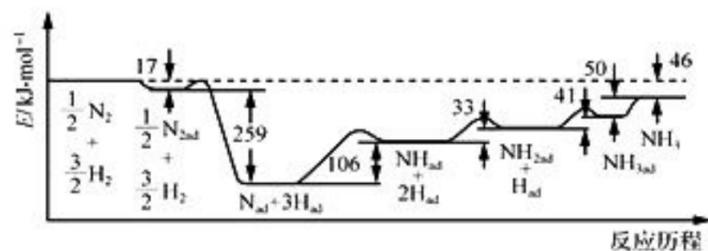


图1

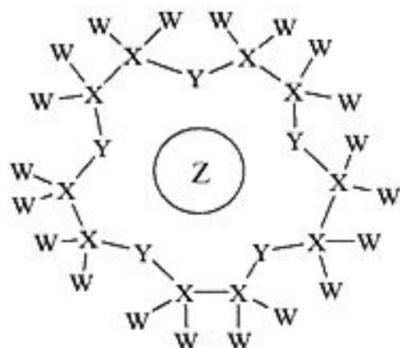
A. 氨气在催化剂表面的脱附是放热过程

B. 该反应的 $\Delta H = -46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. 历程中只涉及共价键的断裂与形成

D. 反应 $\text{N}_{\text{ad}} + 3\text{H}_{\text{ad}} \rightleftharpoons \text{NH}_{\text{ad}} + 2\text{H}_{\text{ad}}$ 在历程中速率最慢

5. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素，它们形成的某种物质的结构如下，W、Y、Z 位于不同周期，Z 为同周期主族元素中原子半径最大的元素，下列说法错误的是()。



A. W、X、Y 三种元素可组成多种酸

B. 简单氢化物的热稳定性: $Y > X$

C. Z 的单质可与乙醇反应

D. 离子半径: $Y < Z$

6. 利用电化学方法可以将废水中次磷酸根(H_2PO_2^-)转化成 FePO_4 而除去，工作原理如图 2 所示，下列说法中正确的是()。

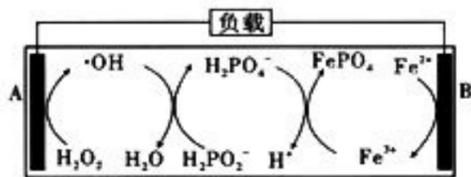


图2

A. 电极 B 为阳极，发生还原反应

B. 电极 A 除生成羟基自由基($\cdot\text{OH}$)外还生成 H^+

C. 生成 H_2PO_4^- 反应的离子方程式为 $\text{H}_2\text{PO}_2^- + 4 \cdot\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$

D. 每除去 $1 \text{ mol H}_2\text{PO}_2^-$ 时，电极 B 上消耗 1 mol Fe^{2+}

7. 25°C 时，某混合溶液中 $c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $\lg c(\text{H}_2\text{A})$ 、 $\lg c(\text{HA}^-)$ 、 $\lg c(\text{A}^{2-})$ 、 $\lg c(\text{H}^+)$ 和 $\lg c(\text{OH}^-)$ 随 pH 变化的关系如图 3 所示。 H_2A 的第一步电离常数为 K_{a1} ，第二步电离常数为 K_{a2} ，下列说法正确的是()。

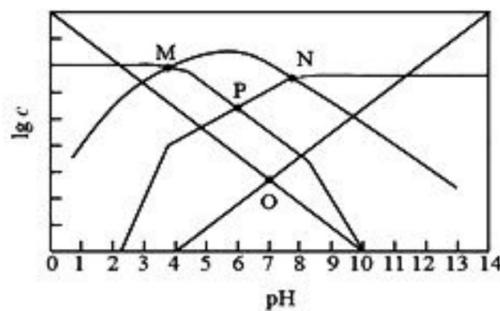


图3

A. M 点时， $\text{pH} = \lg K_{a1}$

B. P 点时， $c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. NaHA 溶液中: $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$

D. 当混合溶液呈中性时， $c(\text{HA}^-) < c(\text{A}^{2-}) < c(\text{H}_2\text{A})$

二、非选择题: 共 58 分，第 8~10 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 11~12 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 43 分。

8. (14 分)“84”消毒液(有效成分 NaClO)和医用酒精(75%的乙醇水溶液)都能用于杀菌消毒。

I. “84”消毒液的制备。

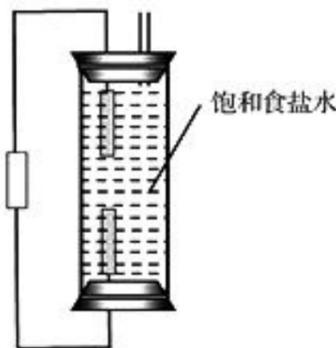


图4

(1) 在实验室利用图 4 装置(电极材料为惰性电极)制备少量“84”消毒液，则 a 为电源的____极(填“正”或“负”)。为提高 NaClO 的稳定性并抑制其水解，往往向其溶液中加入少量____(填化学式)。

II. 对于网传的“‘84’消毒液与酒精混用会产生氯气”的说法，某小组进行了如下活动。

查阅资料:

①乙醇能与 NaClO 发生一系列的复杂反应，可能生成氯气、乙醛、乙酸、氯仿等。

②乙醛具有强还原性,可以被 NaClO、新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液等氧化。

实验探究:

采用某品牌的“84”消毒液和乙醇溶液按如图 5 装置进行实验(加热及加持仪器略)。

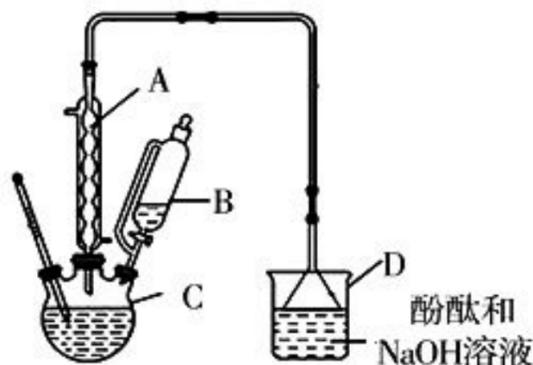


图 5

实验记录:

编号	①	②	③	④
实验	75%乙醇与稀释 100 倍“84”消毒液,不加热	75%乙醇与稀释 100 倍“84”消毒液,加热	95%乙醇与不稀释“84”消毒液,不加热	95%乙醇与不稀释“84”消毒液,加热
仪器 C 中	无明显现象	无明显现象	少量气泡生成	大量气泡生成
仪器 D 中	不变色	不变色	变浅	变浅

(2)仪器 A 的作用是____,为使 C 中乙醛(CH_3CHO)含量较高,B 中盛放的试剂为____。实验室稀释“84”消毒液需要的玻璃仪器有____、____。

(3)实验①和②中,仪器 D 中不变色的原因可能是____。

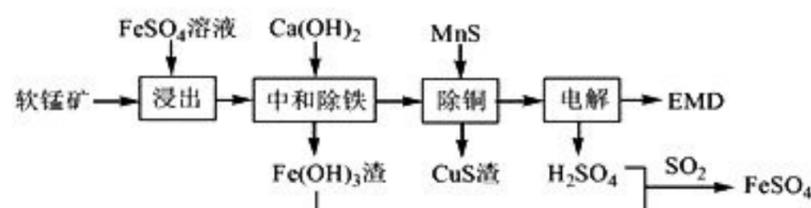
(4)有同学认为实验④中产生的大量气泡中除 Cl_2 外,还可能含有 O_2 ,产生的原因是____(用化学方程式表示)。

(5)试写出 NaClO 与 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 反应生成 CH_3CHO 的化学方程式:____。

9. (14 分)电解二氧化锰(EMD)是优良的电池的去极化剂,具有放电容量大、活性强、体积小、寿命长等特点。一种利用软锰矿(主要成分为 MnO_2 ,含有少量 Cu、Fe 等杂质)制备电解二氧化锰的工艺流程如下。

回答下列问题:

(1)“浸出”步骤中,为提高浸出率,可采



取的措施有____、____。

(2)“浸出”过程中有 $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 生成, $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$ 属于____;该过程中发生反应的化学方程式为____。

(3)“ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 渣”中含有的物质除 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 外,主要还有____(填化学式)。

(4)本工艺流程可循环使用的物质有____。

(5)“除铜”反应的平衡常数为____(保留两位有效数字)。[已知 $K_{sp}(\text{MnS}) = 4.65 \times 10^{-14}$, $K_{sp}(\text{CuS}) = 1.27 \times 10^{-36}$]

(6)为处理 10.7 kg $\text{Fe}(\text{OH})_3$,至少需要标准状况下 SO_2 ____ m^3 。

10. (15 分)二氧化碳加氢制备甲醇既可以实现二氧化碳的资源化利用,又可以有效缓解温室效应问题。

已知:(I) $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H_1 = +40.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(II) $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ $\Delta H_2 = -90.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(III) $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ΔH_3

(1) $\Delta H_3 =$ ____;上述 3 个反应 $\Delta S < 0$ 的有____(填反应序号)

(2)提高反应(III)平衡转化率的方法有____。

(3)当反应压强 2 MPa、原料气 CO_2 和 H_2 体积比 1:3 时,一定范围内温度对 CO_2 转化率、 CH_3OH 选择性、 CH_3OH 产率的影响如图 6 所示。 CH_3OH 产率在 250 $^\circ\text{C}$ 时达到最大的主要原因是____。

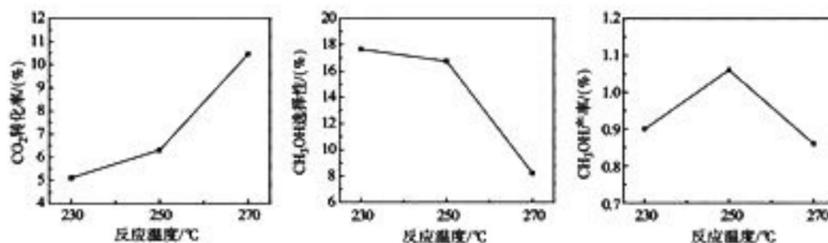


图 6

(4)在 240 $^\circ\text{C}$ 、4 MPa 恒压条件下发生反应(III),原料气体积组成为 $V(\text{H}_2)$:

$V(\text{CO}_2) : V(\text{N}_2) = 3 : 1 : 1$, 平衡时 CO_2 的转化率为 50%, 则 CH_3OH 的压强为____, 反应(III)的平衡常数 $K_p =$ ____(用平衡分压代替平衡浓度计算, 分压 = 总压 \times 物质的量分数)。

(5) 某温度下, 反应(III)在初期阶段的速率方程为 $r = k \times p(\text{CO}_2) \times p^3(\text{H}_2) \times (1 - K_p)$ 。其中: k 为反应速率常数, 随温度升高而增大, K_p 为该反应的压强平衡常数。对于处于初期阶段的该反应, 若增加 CO_2 压强, 则 r ____(填“增大”“不变”或“减小”, 下同); 若升高温度, 则 r ____。

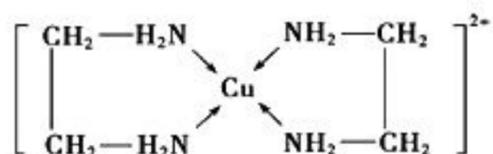
(二) 选考题: 共 15 分。请从两道题中任选一题作答。如果多做, 则按所做的第一题计分。

11. 【选修 3: 物质结构与性质】(15 分)

乙二胺在电刷镀铜溶液中能起到稳定剂的作用。回答下列问题。

(1) 基态 Cu 原子最高能级组电子数为____个。

(2) CuCl_2 溶液与乙二胺($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$)可形成配离子, 如下所示。



①配离子中含有的化学键类型有____。

②C、N、O 的第一电离能由大到小的顺序是____。

③乙二胺分子中氮原子轨道的杂化类型为____。乙二胺和三甲胺 $[\text{N}(\text{CH}_3)_3]$ 均属于胺, 但乙二胺比三甲胺的沸点高得多, 原因是____。

(3) 温度升高时, NaCl 晶体出现缺陷, 如图 7 所示(当图中方格内填入 Na^+ 时, 恰好构成氯化钠晶胞的 $\frac{1}{8}$)。此时晶体的导电性大大增强, 导电性增强的原因是____; 在氯化钠晶体中两个相邻 Cl^- 之间的间隙小于 Na^+ 直径, 则 Na^+ 最可能通过途径____迁移到空位处(填图中序号)。

(4) 某镍白铜合金的立方晶胞结构如图

8 所示。

①原子 A 的原子坐标为 $(0, 0, 0)$, 原子 B 的原子坐标为____。

②若合金的密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, Ni 原子之间最短距离为____ nm(列出



图 7

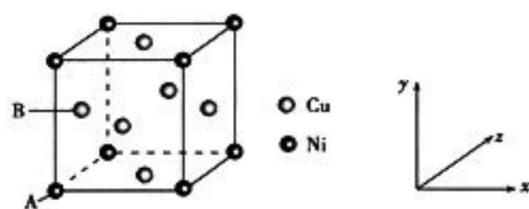
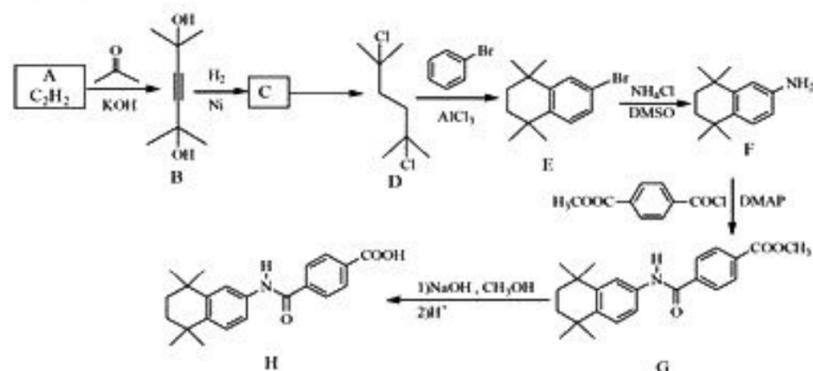


图 8

计算式)。

12. 【选修 5: 有机化学基础】(15 分)

Tamibarotene(H)可用于治疗复发或难治性急性早幼粒细胞白血病, 它的一种合成路线如下。



回答下列问题:

(1) H 中官能团名称为____。

(2) D 的化学名称为____。

(3) 由 D 生成 E 的化学方程式为____。

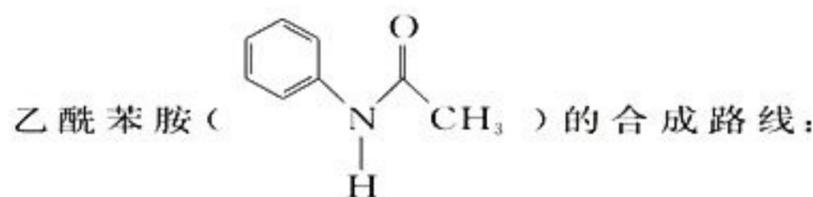
(4) 由 A 生成 B 的反应类型为____; 由 C 生成 D 的反应所需试剂为____。

(5) 写出符合下列条件的 B 的同分异构体的结构简式:____。

(i) 能与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液反应, 产生砖红色沉淀。

(ii) 核磁共振氢谱只有 2 组峰。

(6) 设计由苯和乙酰氯(CH_3COCl)制备



____(无机试剂任选)。

(责任编辑 谢启刚)



湖南省2021年

普通高中学业水平选择性考试

化学试题及考查目标分析

■广东省佛山市南海区石门中学

郑乐滨 张平

■广东省佛山市南海区狮山石门高级中学

陈炼

■广东省佛山市南海区南海中学

侯肖娥

【试题部分】

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12
N 14 O 16 F 19 Na 23 Mg 24 Si 28
Cl 35.5 Ge 73 Br 80 I 127

一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 3 分, 共 30 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. 下列有关湘江流域的治理和生态修复的措施中, 没有涉及化学变化的是()。

- A. 定期清淤, 疏通河道
- B. 化工企业“三废”处理后, 达标排放
- C. 利用微生物降解水域中的有毒有害物质
- D. 河道中的垃圾回收分类后, 进行无害化处理

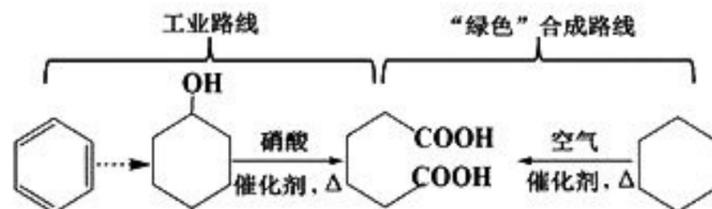
2. 下列说法正确的是()。

- A. 糖类、蛋白质均属于天然有机高分子化合物
- B. FeO 粉末在空气中受热, 迅速被氧化成 Fe₃O₄
- C. SO₂ 可漂白纸浆, 不可用于杀菌、消毒
- D. 镀锌铁皮的镀层破损后, 铁皮会加速腐蚀

3. 下列实验设计不能达到实验目的的是()。

选项	实验目的	实验设计
A	检验溶液中 FeSO ₄ 是否被氧化	取少量待测液, 滴加 KSCN 溶液, 观察溶液颜色变化
B	净化实验室制备的 Cl ₂	气体依次通过盛有饱和 NaCl 溶液、浓硫酸的洗气瓶
C	测定 NaOH 溶液的 pH	将待测液滴在湿润的 pH 试纸上, 与标准比色卡对照
D	工业酒精制备无水乙醇	工业酒精中加生石灰, 蒸馏

4. 己二酸是一种重要的化工原料, 科学家在现有工业路线基础上, 提出了一条“绿色”合成路线:



下列说法正确的是()。

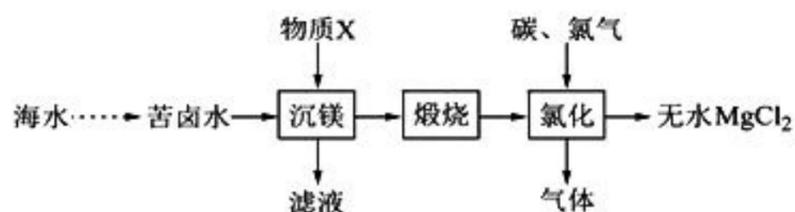
- A. 苯与溴水混合, 充分振荡后静置, 下层溶液呈橙红色
- B. 环己醇与乙醇互为同系物
- C. 己二酸与 NaHCO₃ 溶液反应有 CO₂ 生成
- D. 环己烷分子中所有碳原子共平面

5. N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说

法正确的是()。

- A. 18 g H_2^{18}O 含有的中子数为 $10 N_A$
- B. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HClO}_4$ 溶液中含有的 H^+ 数为 $0.1 N_A$
- C. 2 mol NO 与 1 mol O_2 在密闭容器中充分反应后的分子数为 $2 N_A$
- D. 11.2 L CH_4 和 22.4 L Cl_2 (均为标准状况) 在光照下充分反应后的分子数为 $1.5 N_A$

6. 一种工业制备无水氯化镁的工艺流程如下:



下列说法错误的是()。

- A. 物质 X 常选用生石灰
- B. 工业上常用电解熔融 MgCl_2 制备金属镁
- C. “氯化”过程中发生的反应为 $\text{MgO} + \text{C} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgCl}_2 + \text{CO}$
- D. “煅烧”后的产物中加稀盐酸, 将所得溶液加热蒸发也可得到无水 MgCl_2

7. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素, Y 的原子序数等于 W 与 X 的原子序数之和, Z 的最外层电子数为 K 层的一半, W 与 X 可形成原子个数比为 2:1 的 $18e^-$ 分子。下列说法正确的是()。

- A. 简单离子半径: $Z > X > Y$
- B. W 与 Y 能形成含有非极性键的化合物
- C. X 和 Y 的最简单氢化物的沸点: $X > Y$
- D. 由 W、X、Y 三种元素所组成化合物的水溶液均显酸性

8. KIO_3 常用作食盐中的补碘剂, 可用“氯酸钾氧化法”制备, 该方法的第一步反应为 $6\text{I}_2 + 11\text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 6\text{KH}(\text{IO}_3)_2 + 5\text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow$ 。下列说法错误的是()。

- A. 产生 22.4 L (标准状况) Cl_2 时, 反应中转移 $10 \text{ mol } e^-$
- B. 反应中氧化剂和还原剂的物质的量之

比为 11:6

- C. 可用石灰乳吸收反应产生的 Cl_2 制备漂白粉
- D. 可用酸化的淀粉碘化钾溶液检验食盐中 IO_3^- 的存在

9. 常温下, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸分别滴定 20.00 mL 浓度均为 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 三种

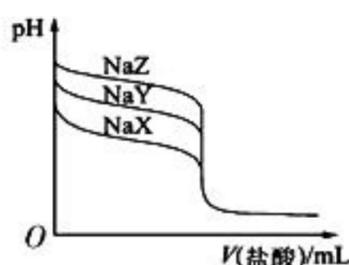


图 1

- A. 该 NaX 溶液中: $c(\text{Na}^+) > c(\text{X}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
- B. 三种一元弱酸的电离常数: $K_a(\text{HX}) > K_a(\text{HY}) > K_a(\text{HZ})$
- C. 当 $\text{pH} = 7$ 时, 三种溶液中: $c(\text{X}^-) = c(\text{Y}^-) = c(\text{Z}^-)$
- D. 分别滴加 20.00 mL 盐酸后, 再将三种溶液混合: $c(\text{X}^-) + c(\text{Y}^-) + c(\text{Z}^-) = c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-)$

10. 锌溴液流电池是一种先进的水溶液电解质电池, 广泛应用于再生能源储能和智能电网的备用电源等。三单体串联锌溴液流电池工作原理如图 2 所示:

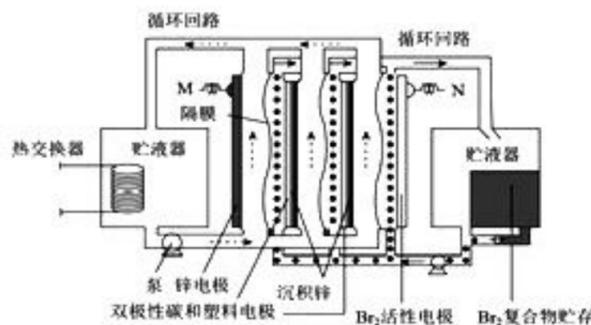


图 2

下列说法错误的是()。

- A. 放电时, N 极为正极
- B. 放电时, 左侧贮液器中 ZnBr_2 的浓度不断减小
- C. 充电时, M 极的电极反应式为 $\text{Zn}^{2+} + 2e^- = \text{Zn}$
- D. 隔膜允许阳离子通过, 也允许阴离子通过

二、选择题: 本题共 4 小题, 每小题 4 分,

共 16 分。在每小题给出的四个选项中,有一个或两个选项符合题目要求。全部选对的得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。

11. 已知: $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 3C(g)$
 $\Delta H < 0$, 向一恒温恒容的密闭容器中充入 1 mol A 和 3 mol B 发生反应, t_1 时达到平衡状态 I, 在 t_2 时改变某一条件, t_3 时重新达到平衡状态 II, 正反应速率随时间的变化如图 3 所示。下列说法正确的是()。

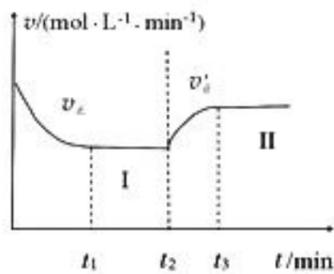


图 3

- A. 容器内压强不变, 表明反应达到平衡
- B. t_2 时改变的条件: 向容器中加入 C
- C. 平衡时 A 的体积分数 $\varphi: \varphi(\text{II}) > \varphi(\text{I})$
- D. 平衡常数 $K: K(\text{II}) < K(\text{I})$

12. 对下列粒子组在溶液中能否大量共存的判断和分析均正确的是()。

	粒子组	判断和分析
A	$\text{Na}^+, \text{Al}^{3+}, \text{Cl}^-, \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	不能大量共存, 因发生反应: $\text{Al}^{3+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 4\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$
B	$\text{H}^+, \text{K}^+, \text{S}_2\text{O}_3^{2-}, \text{SO}_4^{2-}$	不能大量共存, 因发生反应: $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
C	$\text{Na}^+, \text{Fe}^{3+}, \text{SO}_4^{2-}, \text{H}_2\text{O}_2$	能大量共存, 粒子间不反应
D	$\text{H}^+, \text{Na}^+, \text{Cl}^-, \text{MnO}_4^-$	能大量共存, 粒子间不反应

13. 1-丁醇、溴化钠和 70% 的硫酸共热反应, 经过回流、蒸馏、萃取分液制得 1-溴丁烷粗产品, 装置如图 4 所示:

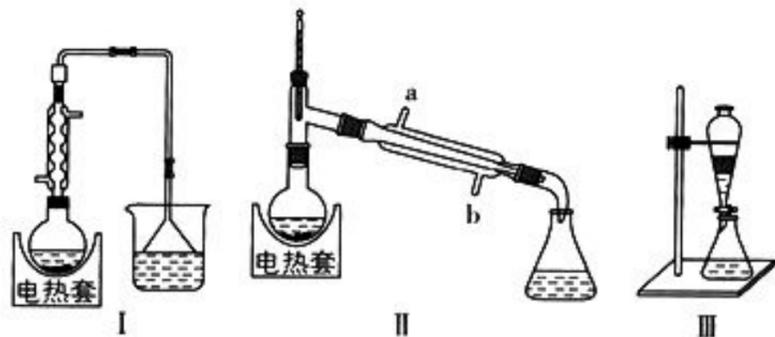
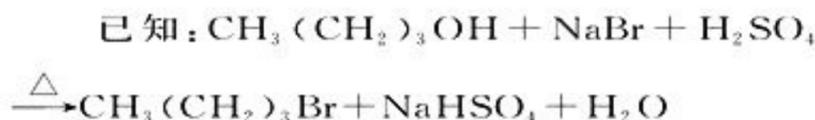


图 4



下列说法正确的是()。

- A. 装置 I 中回流的目的是为了减少物质的挥发, 提高产率
- B. 装置 II 中 a 为进水口, b 为出水口
- C. 用装置 III 萃取分液时, 将分层的液体依次从下口放出
- D. 经装置 III 得到的粗产品干燥后, 使用装置 II 再次蒸馏, 可得到更纯的产品

14. 铁的配合物离子(用 $[\text{L}-\text{Fe}-\text{H}]^+$ 表示)催化某反应的一种反应机理和相对能量的变化情况如图 5 所示:

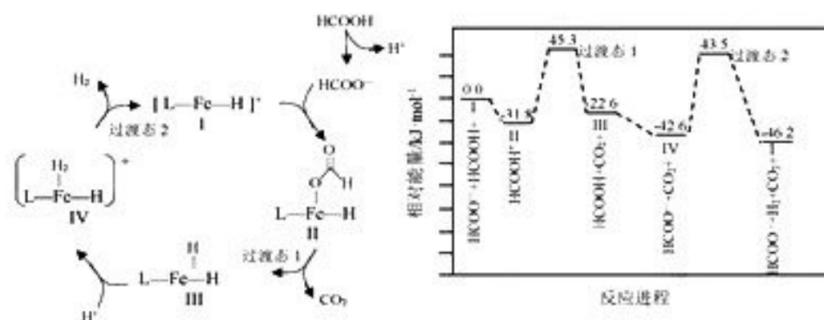


图 5

下列说法错误的是()。

- A. 该过程的总反应为 $\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$
- B. H^+ 浓度过大或过小, 均导致反应速率降低
- C. 该催化循环中 Fe 元素的化合价发生了变化
- D. 该过程的总反应速率由 $\text{II} \rightarrow \text{III}$ 步骤决定

三、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。第 15~17 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 18、19 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 此题包括 3 小题, 共 39 分。

15. 碳酸钠俗称纯碱, 是一种重要的化工原料。以碳酸氢铵和氯化钠为原料制备碳酸钠, 并测定产品中少量碳酸氢钠的含量, 过程如下:



步骤 I: Na_2CO_3 的制备。

步骤 II: 产品中 NaHCO_3 含量的测定。

①称取产品 2.500 g, 用蒸馏水溶解, 定容于 250 mL 容量瓶中。

②移取 25.00 mL 上述溶液于锥形瓶中, 加入 2 滴指示剂 M, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸标准溶液滴定, 溶液由红色变至近无色(第一滴定终点), 消耗盐酸 V_1 mL。

③在上述锥形瓶中再加入 2 滴指示剂 N, 继续用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸标准溶液滴定至终点(第二滴定终点), 又消耗盐酸 V_2 mL。

④平行测定三次, V_1 平均值为 22.45 mL, V_2 平均值为 23.51 mL。

已知: (i) 当温度超过 35°C 时, NH_4HCO_3 开始分解。

(ii) 相关盐在不同温度下的溶解度 ($\text{g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$) 如表 1 所示。

表 1

温度/ $^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60
NaCl	35.7	35.8	36.0	36.3	36.6	37.0	37.3
NH_4HCO_3	11.9	15.8	21.0	27.0			
NaHCO_3	6.9	8.2	9.6	11.1	12.7	14.5	16.4
NH_4Cl	29.4	33.3	37.2	41.4	45.8	50.4	55.2

回答下列问题:

(1) 步骤 I 中晶体 A 的化学式为____, 晶体 A 能够析出的原因是____。

(2) 步骤 I 中“ 300°C 加热”所选用的仪器(如图 6)是____(填标号)。

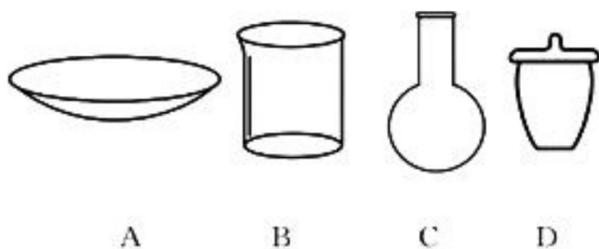


图 6

(3) 指示剂 N 为____, 描述第二滴定终点前后颜色变化:____。

(4) 产品中 NaHCO_3 的质量分数为____(保留三位有效数字)。

(5) 第一滴定终点时, 某同学俯视读数, 其他操作均正确, 则 NaHCO_3 质量分数的计算结果____(填“偏大”“偏小”或“无影响”)。

16. 氨气中氢含量高, 是一种优良的小分

子储氢载体, 且安全、易储运, 可通过下面两种方法由氨气得到氢气。

方法 I: 氨热分解法制氢气。

相关化学键的键能数据如表 2 所示。

表 2

化学键	$\text{N} \equiv \text{N}$	$\text{H}-\text{H}$	$\text{N}-\text{H}$
键能 $E/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	946	436.0	390.8

一定温度下, 利用催化剂将 NH_3 分解为 N_2 和 H_2 。回答下列问题:

(1) 反应 $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 已知该反应的 $\Delta S = 198.9 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 在下列哪些温度下反应能自发进行? ____ (填标号)。

- A. 25°C B. 125°C
 C. 225°C D. 325°C

(3) 某兴趣小组对该反应进行了实验探究。在一定温度和催化剂的条件下, 将 0.1 mol NH_3 通入 3 L 的密闭容器中进行反应(此时容器内总压为 200 kPa), 各物质的分压随时间的变化曲线如图 7 所示。

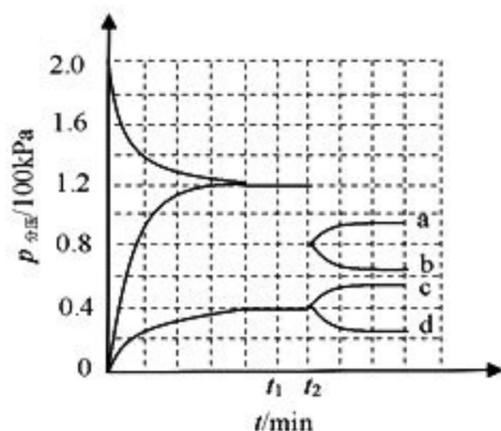


图 7

①若保持容器体积不变, t_1 时反应达到平衡, 用 H_2 的浓度变化表示 $0 \sim t_1$ 时间内的反应速率 $v(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (用含 t_1 的代数式表示)。

② t_2 时将容器体积迅速缩小至原来的一半并保持不变, 图中能正确表示压缩后 N_2 分压变化趋势的曲线是____(用图中 a、b、c、d 表示), 理由是____。

③在该温度下, 反应的标准平衡常数 $K^\ominus = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(已知: 分压 = 总压 \times 该组分物质的量分数, 对于反应 $d\text{D}(\text{g}) + e\text{E}(\text{g}) \rightleftharpoons$

$$gG(g) + hH(g), K^\theta = \frac{\left(\frac{p_G}{p^\theta}\right)^g \cdot \left(\frac{p_H}{p^\theta}\right)^h}{\left(\frac{p_D}{p^\theta}\right)^d \cdot \left(\frac{p_E}{p^\theta}\right)^e}, \text{其中}$$

$p^\theta = 100 \text{ kPa}$, p_G 、 p_H 、 p_D 、 p_E 为各组分的平衡分压)。

方法 II: 氨电解法制氢气。

利用电解原理, 将氨转化为高纯氢气, 其装置如图 8 所示。

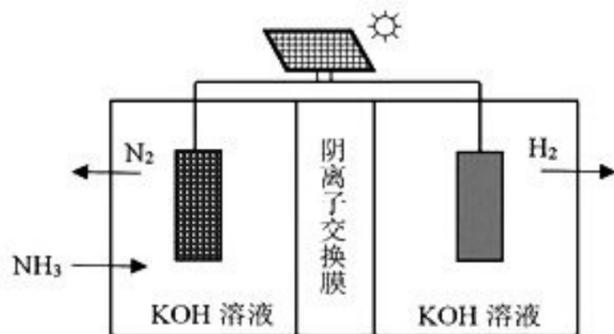
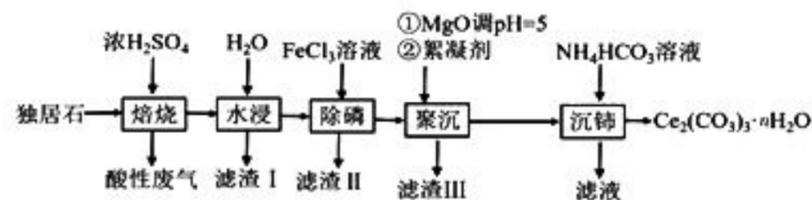


图 8

(4) 电解过程中 OH⁻ 的移动方向为 _____ (填“从左往右”或“从右往左”)。

(5) 阳极的电极反应式为 _____。

17. $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 可用于催化剂载体及功能材料的制备。天然独居石中, 铈(Ce)主要以 CePO_4 形式存在, 还含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaF_2 等物质。以独居石为原料制备 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的工艺流程如下:



回答下列问题:

(1) 铈的某种核素含有 58 个质子和 80 个中子, 该核素的符号为 _____。

(2) 为提高“水浸”效率, 可采取的措施有 _____ (至少写两条)。

(3) 滤渣 III 的主要成分是 _____ (填化学式)。

(4) 加入絮凝剂的目的是 _____。

(5) “沉铈”过程中, 生成 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的离子方程式为 _____, 常温下加入的 NH_4HCO_3 溶液呈 _____ (填“酸性”“碱性”或“中性”) (已知: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的 $K_b = 1.75 \times 10^{-5}$, H_2CO_3 的 $K_{a1} = 4.4 \times 10^{-7}$, $K_{a2} = 4.4 \times 10^{-11}$)。

(6) 滤渣 II 的主要成分为 FePO_4 , 在高温条件下, Li_2CO_3 、葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)和 FePO_4 可制备电极材料 LiFePO_4 , 同时生成 CO 和 H_2O , 该反应的化学方程式为 _____。

(二) 选考题: 共 15 分。请考生从给出的两道题中任选一题作答。如果多做, 则按所做第一题计分。

18. 【选修 3: 物质结构与性质】(15 分)

硅、锗(Ge)及其化合物广泛应用于光电材料领域。回答下列问题:

(1) 基态硅原子最外层的电子排布图为 _____, 晶体硅和碳化硅熔点较高的是 _____ (填化学式)。

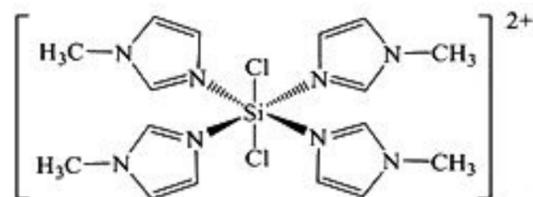
(2) 硅和卤素单质反应可以得到 SiX_4 。 SiX_4 的熔沸点如表 3 所示。

表 3

	SiF_4	SiCl_4	SiBr_4	SiI_4
熔点/K	183.0	203.2	278.6	393.7
沸点/K	187.2	330.8	427.2	560.7

① 0°C 时, SiF_4 、 SiCl_4 、 SiBr_4 、 SiI_4 呈液态的是 _____ (填化学式), 沸点依次升高的原因是 _____, 气态 SiX_4 分子的空间构型是 _____。

② SiCl_4 与 N-甲基咪唑 ($\text{H}_3\text{C}-\text{N}$ 咪唑) 反应可以得到 M^{2+} , 其结构如下所示:



N-甲基咪唑分子中碳原子的杂化轨道类型为 _____, H、C、N 的电负性由大到小的顺序为 _____, 1 个 M^{2+} 中含有 _____ 个 σ 键。

(3) 图 9 是 Mg、Ge、O 三种元素形成的某化合物的晶胞示意图。

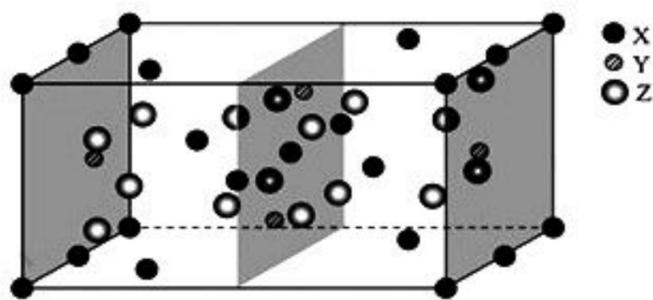


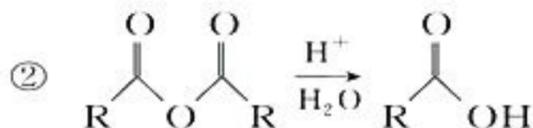
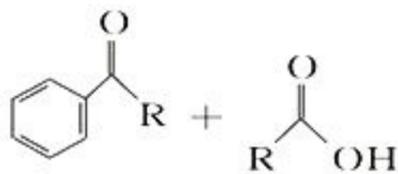
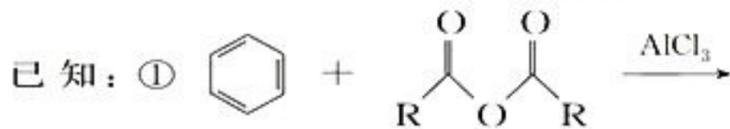
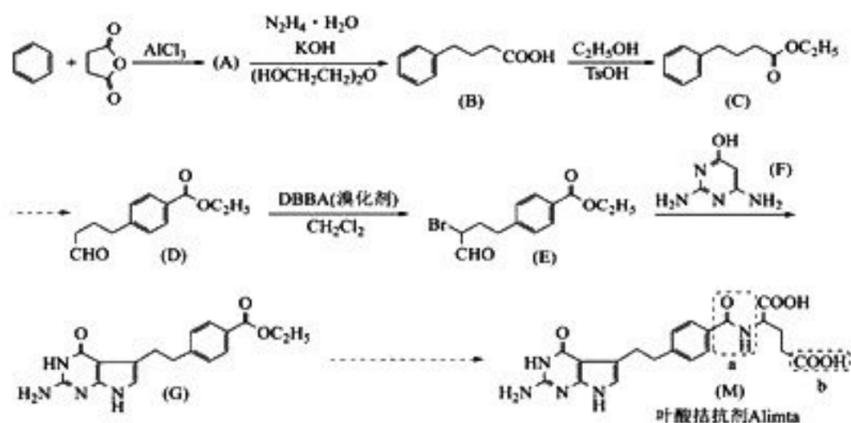
图 9

①已知化合物中 Ge 和 O 的原子个数比为 1 : 4, 图中 Z 表示 ____ 原子(填元素符号), 该化合物的化学式为 ____。

②已知该晶胞的晶胞参数分别为 a nm、 b nm、 c nm, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$, 则该晶体的密度 $\rho =$ ____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (设阿伏加德罗常数的值为 N_A , 用含 a 、 b 、 c 、 N_A 的代数式表示)。

19. 【选修 5: 有机化学基础】(15 分)

叶酸拮抗剂 Alimta(M) 是一种多靶向性抗癌药物。以苯和丁二酸酐为原料合成该化合物的路线如下:



回答下列问题:

(1) A 的结构简式为 ____。

(2) $A \rightarrow B$ 、 $D \rightarrow E$ 的反应类型分别是 ____、____。

(3) 写出 M 中虚线框内官能团的名称: a 为 ____, b 为 ____。

(4) B 有多种同分异构体, 同时满足下列条件的同分异构体有 ____ 种(不考虑立体异构)。

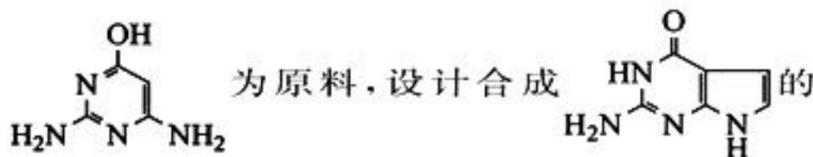
- ① 苯环上有 2 个取代基;
- ② 能够发生银镜反应;
- ③ 与 FeCl_3 溶液发生显色反应。

其中核磁共振氢谱有五组峰, 且峰面积之比为 6 : 2 : 2 : 1 : 1 的结构简式为 ____。

(5) 结合上述信息, 写出丁二酸酐和乙二

醇合成聚丁二酸乙二醇酯的反应方程式: ____。

(6) 参照上述合成路线, 以乙烯和



路线: ____ (其他试剂任选)。

【参考答案与解析部分】

1. A

考查目标及解析:

本题以湘江流域的治理和生态修复为载体, 考查对相关措施的认识水平。

选项 A 正确, 定期清淤, 疏通河道不涉及化学变化过程, 符合题意。

选项 B 错误, 工业生产中得到产品的同时常产生废气、废水和废渣(简称“三废”), 常用化学方法进行处理, 如石膏法脱硫, 氧化还原法和沉淀法等处理废水, 废渣资源回收利用等过程均有新物质生成, 涉及化学变化。

选项 C 错误, 可通过微生物的代谢作用, 将废水中有毒有害物质尤其复杂的有机污染物降解为简单的无害物质, 所以微生物法处理废水有新物质的生成, 涉及的是化学变化。

选项 D 错误, 河道中的垃圾回收分类, 适合焚化处理的垃圾, 利用现代焚化炉进行燃烧, 消灭各种病原体, 把一些有毒、有害物质转化为无害物质, 同时可回收热能, 用于供热和发电等, 此过程涉及化学变化。

2. B

考查目标及解析:

本题考查考生对化学基本常识和相关物质的物理化学性质的认识水平。

选项 A 错误, 有机高分子化合物的相对分子质量一般高达 $10^4 \sim 10^6$, 糖类中的多糖(如淀粉、纤维素等)和蛋白质的相对分子质量在此范围内, 属于天然高分子化合物; 而糖类中的单糖、二糖等相对分子质量较小, 不属于天然高分子化合物。

选项 B 正确, FeO 粉末在空气中受热, 与空气中的氧气反应生成 Fe_3O_4 。

选项 C 错误, 二氧化硫除了具有漂白作用, 可漂白纸浆、毛和丝等, 还可用于杀菌消

毒,例如,在葡萄酒酿制过程中可适当添加二氧化硫,起到杀菌、抗氧化作用。

选项 D 错误,镀锌铁皮的镀层破损后,构成原电池,其中 Zn 为负极,Fe 作为正极被保护起来,故铁皮不会加速腐蚀。

3. C

考查目标及解析:

本题以中学化学常见物质及实验为素材,考查实验方案设计和实验操作能力。

选项 A 正确,若 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , Fe^{3+} 能与 SCN^- 生成 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$,溶液变成血红色。

选项 B 正确,实验室用浓盐酸和二氧化锰加热制氯气,先用饱和食盐水除去混有的氯化氢,再通过盛有浓硫酸的洗气瓶干燥。

选项 C 错误,用 pH 试纸测定 NaOH 溶液的 pH 不能润湿 pH 试纸,否则会因浓度减小,而影响测定结果。

选项 D 正确,制取无水酒精时,通常把工业酒精跟新制的生石灰混合,再加热蒸馏。

4. C

考查目标及解析:

本题以己二酸的合成路线为情境素材,考查对有机物的结构和性质的认识水平。

选项 A 错误,苯的密度比水小,苯与溴水混合,充分振荡后静置,有机层在上层,应是上层溶液呈橙红色。

选项 B 错误,环己醇含有六元碳环,和乙醇结构不相似,分子组成也不相差若干 CH_2 原子团,不互为同系物。

选项 C 正确,己二酸分子中含有羧基,能与 NaHCO_3 溶液反应生成 CO_2 。

选项 D 错误,环己烷分子中的碳原子均为饱和碳原子,与每个碳原子直接相连的 4 个原子形成四面体结构,因此所有碳原子不可能共平面。

5. D

考查目标及解析:

本题以阿伏加德罗常数的值为素材,以物质的量计算为考查主题,考查对原子结构、化学语言和化学变化的认识水平。

选项 A 错误,18 g H_2^{18}O 的物质的量为

$\frac{18 \text{ g}}{20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.9 \text{ mol}$,1 个 H_2^{18}O 含 $0 + (18 - 8) = 10$ 个中子,则 18 g H_2^{18}O 含有的中子数为 $9 N_A$ 。

选项 B 错误,未给溶液的体积,无法计算。

选项 C 错误,NO 与 O_2 混合存在反应 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$, $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$,因此 2 mol NO 与 1 mol O_2 在密闭容器中充分反应后的分子数小于 $2 N_A$ 。

选项 D 正确,甲烷和氯气在光照下发生取代,每步取代反应都是 1:1 的反应物和 1:1 的生成物,即反应前后物质的量不变。11.2 L CH_4 和 22.4 L Cl_2 (均为标准状况)的物质的量之和为 1.5 mol,因此在光照下充分反应后的分子数为 $1.5 N_A$ 。

6. D

考查目标及解析:

本题以工业制备无水氯化镁为情境素材,考查对化学物质和化学变化的认识水平。

选项 A 正确,物质 X 的作用是使 Mg^{2+} 转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,工业上常采用 CaO ,发生反应包括 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$ 。

选项 B 正确,Mg 是较活泼金属,工业上常用电解熔融 MgCl_2 制备金属镁。

选项 C 正确,由图可知“氯化”过程反应物为 MgO 、 Cl_2 、C,生成物之一为 MgCl_2 ,C 在高温下将二氧化碳还原为 CO,则“气体”为 CO,反应方程式为 $\text{MgO} + \text{C} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgCl}_2 + \text{CO}$ 。

选项 D 错误,“煅烧”后得到 MgO , MgO 和盐酸反应得到 MgCl_2 溶液,由于 MgCl_2 在溶液中水解为氢氧化镁和 HCl,将所得溶液加热蒸发,HCl 会逸出, MgCl_2 水解平衡正向移动,得到氢氧化镁,不能得到无水 MgCl_2 。

7. B

考查目标及解析:

本题以常见的短周期主族元素为素材,考查对原子结构的了解和化学语言的认知水平。

Z 的最外层电子数为 K 层的一半,则 Z 的核外有 3 个电子层,最外层电子数为 1,即

为Na, W与X能形成原子个数比为2:1的18电子的分子,则形成的化合物为 N_2H_4 ,所以W为H, X为N, Y的原子序数是W和X的原子序数之和,则Y为O。据此分析解答。

选项A错误,离子的电子层数相同时,原子序数越小,半径越大,即离子半径大小为 $N^{3-} > O^{2-} > Na^+$,即简单离子半径: $X > Y > Z$ 。

选项B正确, W为H, Y为O,能形成 H_2O_2 ,含有极性共价键和非极性共价键。

选项C错误, X的最简单氢化物为氨气, Y的最简单氢化物为水,水的沸点高于氨气,即最简单氢化物的沸点: $Y > X$ 。

选项D错误,由W、X、Y三种元素形成的化合物有硝酸、硝酸铵、一水合氨等,硝酸、硝酸铵显酸性,一水合氨显碱性,故由W、X、Y三种元素形成的化合物不一定是酸性。

8. A

考查目标及解析:

本题以食盐中的补碘剂 KIO_3 为情境素材,考查对氧化还原反应的认识和分析能力。

选项A错误,该反应中只有碘元素价态升高,由0价升高至 $KH(IO_3)_2$ 中的+5价,每个碘原子升高5价,即 $6I_2 \sim 60e^-$,又因方程式中 $6I_2 \sim 3Cl_2$,故 $3Cl_2 \sim 60e^-$,即 $Cl_2 \sim 20e^-$,所以产生22.4 L(标准状况) Cl_2 即1 mol Cl_2 时,反应中应转移20 mol e^- 。

选项B正确,该反应中 $KClO_3$ 中氯元素价态降低作氧化剂, I_2 中碘元素价态升高作还原剂,由该方程式的计量系数可知, $11KClO_3 \sim 6I_2$,故该反应的氧化剂和还原剂的物质的量之比为11:6。

选项C正确,漂白粉的有效成分是次氯酸钙,工业漂白粉可用石灰乳与氯气反应制取。

选项D正确,食盐中 IO_3^- 可先与酸化的淀粉碘化钾溶液中的 H^+ 、 I^- 发生归中反应 $IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightleftharpoons 3I_2 + 3H_2O$ 生成 I_2 , I_2 再与淀粉发生特征反应变为蓝色,故可用酸化的淀粉碘化钾溶液检验食盐中 IO_3^- 的存在。

9. C

考查目标及解析:

本题以盐酸滴定三种一元弱酸的钠盐的滴定曲线作为情境素材,考查图像信息的获取与应用、离子浓度大小比较、电离平衡常数的大小判断、电荷守恒的书写及应用能力。

选项A正确, NaX 为强碱弱酸盐,在溶液中水解使溶液呈碱性,则溶液中离子浓度的大小顺序为 $c(Na^+) > c(X^-) > c(OH^-) > c(H^+)$ 。

选项B正确,读图可知,曲线的起点即没有加入盐酸时, NaX 、 NaY 、 NaZ 溶液的pH依次增大,根据酸越弱对应的酸根离子水解程度越大, HX 、 HY 、 HZ 三种一元弱酸的酸性依次减弱,弱酸的酸性越弱,电离常数越小,则三种一元弱酸的电离常数的大小顺序为 $K_a(HX) > K_a(HY) > K_a(HZ)$ 。

选项C错误,当溶液pH为7时,酸越弱,向盐溶液中加入盐酸的体积越大,酸根离子的浓度越小,则三种盐溶液中酸根的浓度大小顺序为 $c(X^-) > c(Y^-) > c(Z^-)$ 。

选项D正确,向三种盐溶液中分别滴加20.00 mL盐酸,三种盐都完全反应,溶液中钠离子浓度等于氯离子浓度,将三种溶液混合后溶液中存在电荷守恒关系 $c(Na^+) + c(H^+) = c(X^-) + c(Y^-) + c(Z^-) + c(Cl^-) + c(OH^-)$,由 $c(Na^+) = c(Cl^-)$ 可得: $c(X^-) + c(Y^-) + c(Z^-) = c(H^+) - c(OH^-)$ 。

10. B

考查目标及解析:

本题以三单体串联锌溴液流电池工作原理示意图作为情境素材,考查分析电池工作原理的能力,具体包括电极的判断、电解质溶液浓度变化判断、电极方程式的书写、交换膜中离子的迁移问题等。

选项A正确,由图可知,放电时,溴在正极上得到电子发生还原反应生成溴离子,N电极为电池的正极。

选项B错误,N电极反应式为 $Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$,生成的溴离子通过离子交换膜进入左侧,M电极为负极,电极反应式为 $Zn - 2e^- \rightleftharpoons Zn^{2+}$,同时锌离子通过交换膜进入右侧,维持两侧溴化锌溶液的浓度保持不变。

选项C正确,充电时,M电极与直流电

源的负极相连,做电解池的阴极,锌离子在阴极上得到电子发生还原反应生成锌,电极反应式为 $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$ 。

选项 D 正确,放电或充电时,交换膜允许锌离子和溴离子通过,维持两侧溴化锌溶液的浓度保持不变。

11. BC

考查目标及解析:

本题以可逆反应的正反应速率—时间图像为情境素材,考查平衡状态的判断、反应条件的改变对速率的影响、平衡的移动、平衡常数大小比较等。

选项 A 错误,容器内发生的反应为 $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{g})$,该反应是气体分子数不变的可逆反应,在恒温恒容条件下,气体的压强始终保持不变,则容器内压强不变,不能说明反应达到平衡状态。

选项 B 正确,根据图像变化曲线可知, $v_{\text{正}}$ 在 t_2 的瞬间不变,反应过程中不断增大,则说明平衡向逆反应方向移动,且属于“渐变”过程,排除温度与催化剂等影响因素,是生成物浓度的增大引起的,故改变的条件为:向容器中加入 C。

选项 C 正确,据上述分析,在平衡状态 I 时加入 C,平衡向逆反应方向移动,然后建立平衡状态 II,则生成 A 的量增大,总的物质的量不变,所以 A 的体积分数 φ 增大,即 A 的体积分数 $\varphi: \varphi(\text{II}) > \varphi(\text{I})$ 。

选项 D 错误,平衡常数 K 与温度有关,因该反应在恒温条件下进行,所以 K 保持不变。

12. B

考查目标及解析:

本题考查离子共存问题,需要准确分析离子之间的反应。

选项 A 错误, Al^{3+} 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀,不能溶于过量的氨水。

选项 B 正确, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 和 H^+ 反应生成单质硫、二氧化硫和水,离子方程式为 $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

选项 C 错误, Fe^{3+} 可以催化 H_2O_2 分解,产生 O_2 ,不能大量共存。

选项 D 错误,在酸性条件 MnO_4^- 能将 Cl^- 氧化为 Cl_2 ,不能大量共存。

13. AD

考查目标及解析:

本题通过 1-溴丁烷的制备,分离提纯,考查实验操作及分离提纯。

选项 A 正确,1-丁醇以及浓硫酸和 NaBr 产生的 HBr 均易挥发,用装置 I 回流可减少反应物的挥发,提高产率。

选项 B 错误,冷凝水应下进上出,装置 II 中 b 为进水口,a 为出水口。

选项 C 错误,用装置 III 萃取分液时,将下层液体从下口放出,上层液体从上口倒出。

选项 D 正确,经装置 III 得到粗产品,由于粗产品中各物质沸点不同,再次进行蒸馏可得到更纯的产品。

14. D

考查目标及解析:

通过铁的配合物离子(用 $[\text{L}-\text{Fe}-\text{H}]^+$ 表示)催化某反应的一种反应机理和相对能量变化图,分析和理解反应历程。

选项 A 正确,由反应机理可知, HCOOH 电离出氢离子后, HCOO^- 与催化剂结合,放出二氧化碳,然后又结合氢离子转化为氢气。

选项 B 正确,若氢离子浓度过低,则反应 III \rightarrow IV 的反应物浓度降低,反应速率减慢,若氢离子浓度过高,则会抑制甲酸根的电离,甲酸根浓度降低,反应 I \rightarrow II 速率减慢,所以氢离子浓度过高或过低,均导致反应速率减慢。

选项 C 正确,由反应机理可知,Fe 在反应过程中,化学键数目发生变化,则化合价也发生变化。

选项 D 错误,由反应进程可知,反应 IV \rightarrow I 能垒最大,反应速率最慢,对总反应起决定作用。

15. 考查目标及解析:

本题以 Na_2CO_3 的制备流程以及产品中 NaHCO_3 含量的测定为情境,考查晶体的成分、仪器的选择、指示剂的选择、滴定终点颜色的变化等基础知识,考查分析晶体析出的原因、质量分数的计算、误差分析等能力素养。

(1) NaHCO_3 在 $30 \sim 35 \text{ }^\circ\text{C}$ 时 NaHCO_3



的溶解度最小

考查信息获取和处理能力,应用溶解平衡的移动原理解 NaHCO₃ 固体的析出。根据题中盐在不同温度下的溶解度,控制温度在 30~35 °C,目的是为了 NH₄HCO₃ 不发生分解,同时,得到晶体 A 即 NaHCO₃,因为在 30~35 °C 时,NaHCO₃ 的溶解度最小。

(2)D

考查加热仪器的选择及识别,300 °C 加热 NaHCO₃ 固体,需用坩埚、泥三角、三脚架等仪器,所以符合题意的为 D 项。

(3)甲基橙 由黄色变为橙色,且半分钟内不褪色

考查指示剂的选择和滴定终点溶液颜色的变化。利用滴定原理测定产品中碳酸氢钠的含量,向 Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 的混合溶液中滴入盐酸,Na₂CO₃ 先反应生成 NaHCO₃,NaHCO₃ 溶于水显弱碱性,可借助酚酞指示剂的颜色变化来判断滴定终点,结合颜色变化可推出指示剂 M 为酚酞试剂;第二次滴定时发生的反应为 NaHCO₃ + HCl = NaCl + H₂O + CO₂ ↑,滴定终点溶液的溶质为氯化钠和 CO₂ 溶于水形成饱和的 H₂CO₃ 溶液,呈现弱酸性,可选择甲基橙试液,所以指示剂 N 为甲基橙试液,滴定达到终点,溶液的颜色由黄色变为橙色,且半分钟内不褪色。

(4)3.56%

考查实验原理的分析,运用关系式法进行滴定计算的能力。根据关系式求出总的 NaHCO₃ 的物质的量,推导出产品中 NaHCO₃ 的物质的量,最终通过计算得出产品中 NaHCO₃ 的质量分数。

第一次滴定发生的反应是 Na₂CO₃ + HCl = NaHCO₃ + NaCl,则 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_{\text{生成}}(\text{NaHCO}_3) = n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \times V_1$,第二次滴定发生的反应是 NaHCO₃ + HCl = NaCl + H₂O + CO₂ ↑,则消耗的 NaHCO₃ 的物质的量 $n_{\text{总}}(\text{NaHCO}_3) = c(\text{HCl}) \times V_2$,则原溶液中的 NaHCO₃ 的物质的量 $n(\text{NaHCO}_3) = n_{\text{总}}(\text{NaHCO}_3) - n_{\text{生成}}(\text{NaHCO}_3) = c(\text{HCl}) \times V_2 - c(\text{HCl}) \times V_1 = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 23.51 \times 10^{-3} \text{ L} -$

$0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.45 \times 10^{-3} \text{ L} = 1.06 \times 10^{-4} \text{ mol}$,则原产品中 NaHCO₃ 的物质的量为 $\frac{100 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} \times 1.06 \times 10^{-4} \text{ mol} = 1.06 \times 10^{-3} \text{ mol}$,故产品中 NaHCO₃ 的质量分数为 $\frac{1.06 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.5000 \text{ g}} \times 100\% = 3.5616\% \approx 3.56\%$ 。

(5)偏大

考查滴定误差的分析能力。

若该同学第一次滴定时,其他操作均正确的情况下,俯视读数,则会使标准液盐酸的体积偏小,即测得 V₁ 偏小,所以原产品中 NaHCO₃ 的物质的量会偏大,最终导致其质量分数会偏大。

16. 考查目标及解析:

以氨气制氢为情境,考查反应热的计算,自发反应进行的依据判断,速率的计算,压强平衡常数的计算,并在这个过程中考查图像分析能力;同时考查通过电解池的图示,理解电解法将氨转化为高纯氢气的电解过程及电极反应式的书写。

(1)+90.8

根据反应热=反应物的总键能-生成物的总键能, $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}), \Delta H = 390.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3 \times 2 - (946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 436.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3) = +90.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)CD

若反应自发进行,则需 $\Delta H - T \cdot \Delta S < 0$, $T > \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{90.8 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}}{198.9 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} = 456.5 \text{ K}$,即温度应高于 $(456.5 - 273) \text{ }^\circ\text{C} = 183.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

(3)① $\frac{0.02}{t_1}$ ②b 开始体积减半,N₂ 分压变为原来的 2 倍,随后由于加压平衡逆向移动,N₂ 分压比原来 2 倍要小 ③0.48

设 t₁ 时达到平衡,转化的 NH₃ 的物质的量为 2x mol,列出三段式:

	$2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$		
起始/mol	0.1	0	0
转化/mol	2x	x	3x
平衡/mol	0.1-2x	x	3x

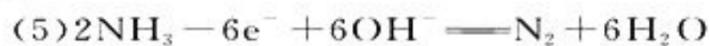
根据同温同压下,混合气体的物质的量等于体积之比, $\frac{0.1}{1+2x} = \frac{200}{120+120+40}$,解得 $x = 0.02 \text{ mol}$, $v(\text{H}_2) = \frac{0.02 \times 3 \text{ mol}}{3 \text{ L} \times t_1} = \frac{0.02}{t_1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

t_2 时将容器体积压缩到原来的一半,开始 N_2 分压变为原来的 2 倍,随后由于加压平衡逆向移动, N_2 分压比原来 2 倍要小,故 b 曲线符合;开始体积减半, N_2 分压变为原来的 2 倍,随后由于加压平衡逆向移动, N_2 分压比原来 2 倍要小。

由图可知,平衡时, NH_3 、 N_2 、 H_2 的分压分别为 120 kPa、40 kPa、120 kPa,反应的标准平衡常数 $K^\ominus = \frac{0.4 \times 1.2^3}{1.2^2} = 0.48$ 。

(4) 从右往左

由图可知,通入 NH_3 的一极,氮元素化合价升高,为电解池的阳极,则另一电极为阴极,电解过程中 OH^- 移向阳极,则从右往左移动。



阳极 NH_3 失电子发生氧化反应生成 N_2 ,结合碱性条件,电极反应式为 $2\text{NH}_3 - 6e^- + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

17. 考查目标及解析:

本题以独居石为原料制备 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的工艺流程为情境素材,考查综合运用化学知识解决实际问题的能力。

(1) ${}^{138}_{58}\text{Ce}$

本问考查原子结构的认知水平。铈的某种核素含有 58 个质子和 80 个中子,则质量数为 $58+80=138$ 。回答问题时应注意元素符号、质子数和质量数的书写规范。

(2) 适当升高温度,将独居石粉碎等

本问考查化学反应速率的影响因素。回答问题时应从温度、表面积等外界条件思考。

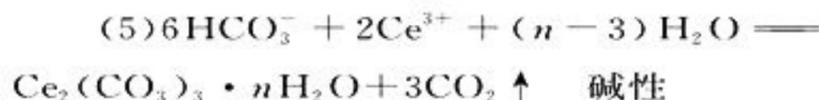
(3) $\text{Al}(\text{OH})_3$

本问考查如何利用题中信息判断流程中的物质形态。根据题设信息独居石中铈(Ce)主要以 CePO_4 形式存在,还含有 SiO_2 、

Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaF_2 等物质。滤渣 I 为 SiO_2 和磷酸钙、 FePO_4 ,滤渣 II 为 FePO_4 ,在调 $\text{pH}=5$ 的条件下滤渣 III 主要为 $\text{Al}(\text{OH})_3$,还含少量 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

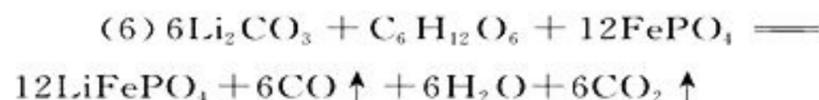
(4) 促使铝离子沉淀

本问考查陌生试剂的作用。在“聚沉”步骤加入絮凝剂的目的是促使铝离子沉淀。



本问考查离子方程式的书写和 K_a 的相关计算。用碳酸氢铵“沉铈”,结合原子守恒、电荷守恒可知,离子方程式为 $6\text{HCO}_3^- + 2\text{Ce}^{3+} + (n-3)\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2 \uparrow$; NH_4^+ 的水解常数 $K_h(\text{NH}_4^+) = \frac{10^{-14}}{1.75 \times 10^{-5}} \approx 5.7 \times 10^{-10}$, HCO_3^- 的水解常

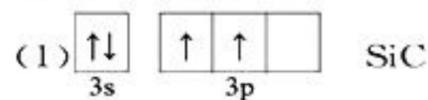
数 $K_h(\text{HCO}_3^-) = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{4.4 \times 10^{-7}} \approx 2.3 \times 10^{-8}$, $K_h(\text{NH}_4^+) < K_h(\text{HCO}_3^-)$,因此常温下加入的 NH_4HCO_3 溶液呈碱性。



本问考查氧化还原反应方程式的书写。在高温条件下, Li_2CO_3 、葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)和 FePO_4 可制备电极材料 LiFePO_4 ,同时生成 CO 和 H_2O 可知,该反应中 Fe 价态降低, C 价态升高,结合得失电子守恒、原子守恒可知该反应的化学方程式为 $6\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12\text{FePO}_4 \rightleftharpoons 12\text{LiFePO}_4 + 6\text{CO} \uparrow + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \uparrow$ 。

18. 考查目标及解析:

本题以硅、锗两种元素为线索,考查物质结构与性质的相关知识,包括电子排布图书写、熔沸点比较、杂化类型判断、空间构型判断、共价键类型判断、电负性比较、化学式确定、晶胞密度计算等。从而考查考生的宏观辨识与微观探析、证据推理与模型认知等化学学科核心素养。



基态硅原子的最外层电子排布式为 $3s^2 3p^2$,根据泡利不相容原理和洪特规则可

知,其最外层电子排布图为 $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline 3s \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \\ \hline 3p \\ \hline \end{array}$ 。

晶体硅和碳化硅均为原子晶体,其熔点取决于原子间共价键的键能。因为C原子半径比Si原子半径小,故Si—C键比Si—Si键短,键能更强,故SiC的熔点更高。

(2)①SiCl₄、SiX₄都是结构相似的分子晶体,相对分子质量依次增大,分子间作用力依次增大 正四面体形

已知,摄氏温度的零点为0℃,开尔文温度的零点为-273.15℃,所以开尔文温度(K)=摄氏温度数值+273.15,即0℃相当于273.15K。0℃时为液态,说明该物质的熔点低于273.15K,而沸点高于273.15K,由表格中各物质的熔沸点数据可知,只有SiCl₄满足这个条件,故0℃时为液态的物质是SiCl₄。由于四种物质是结构相似的分子晶体,其熔沸点取决于物质的相对分子质量,相对分子质量越大,分子间作用力越大,熔沸点越高。SiX₄的中心原子均为sp³杂化,且中心原子Si连接的4个原子相同,故其空间构型为正四面体形。

②sp²、sp³ N>C>H 54

N-甲基咪唑分子中的碳原子,既有连接一个双键的碳,也有全部连接单键的碳,前者的杂化类型为sp²,后者的杂化类型为sp³。元素的非金属性越强,其电负性越大,元素的非极性强弱顺序为N>C>H,则元素电负性的大小顺序为N>C>H。已知单键和配位键均为σ键,而每个双键中也含有1个σ键,故可数出1个M²⁺中含有54个σ键。

(3)①O Mg₂GeO₄

①由晶胞结构可知,晶胞中位于顶点、面心、棱上和体内的X原子数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4} + 3 = 8$,位于体内的Y原子数和Z原子数分别为4和16,由Ge和O原子的个数比为1:4可知,X为Mg原子,Y为Ge原子,Z为O原子,则晶胞的化学式为Mg₂GeO₄。

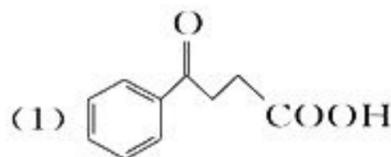
② $\frac{740}{abcN_A} \times 10^{21}$

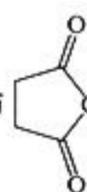
由晶胞的质量公式可得, $\frac{4 \times 185}{N_A} = abc \times$

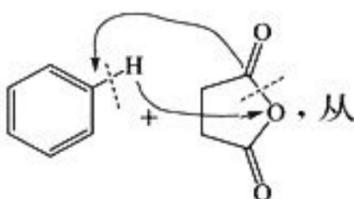
$10^{21} \times \rho$,解得 $\rho = \frac{740}{abcN_A} \times 10^{21}$ 。

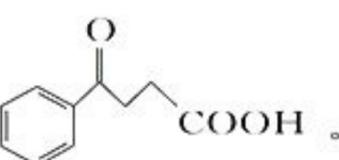
19. 考查目标及解析:

本题以叶酸拮抗剂的合成路线为情境,考查有机化学的相关知识。包括有机物结构简式的书写、反应类型判断、官能团识别、同分异构体种类的确定、方程式书写以及合成路线的设计等。从而考查考生的宏观辨识与微观探析、证据推理与模型认知、变化观念等方面的化学学科核心素养。

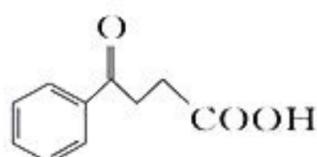


根据已知信息①可知,  与  反

应时断键与成键位置为  ,从

而可知A的结构简式为  。

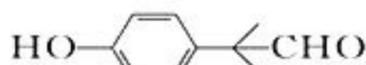
(2)还原反应 取代反应

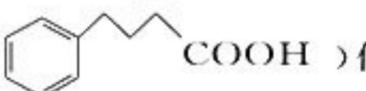
结合A的结构简式 

并对比A、B结构简式可知,A→B的过程中失去O原子,故A→B的反应类型为还原反应。E的结构是在D的基础上,在醛基的邻位碳上,Br原子取代了氢原子的位置,故D→E为取代反应。

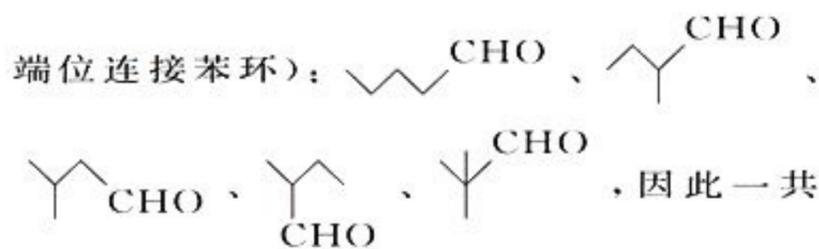
(3)酰胺键 羧基

由图可知,M中虚线框内官能团的名称,a为酰胺键,b为羧基。

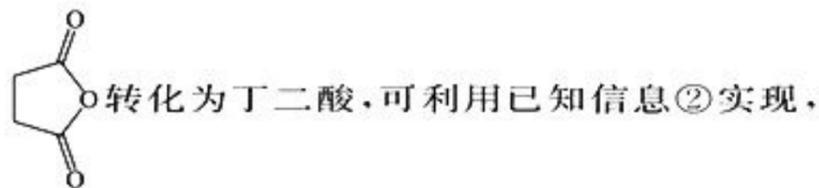
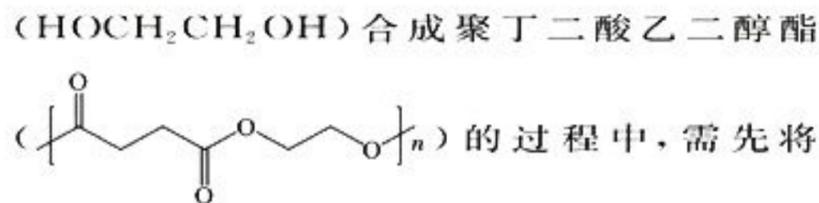
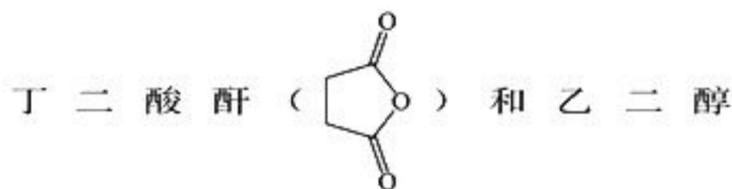
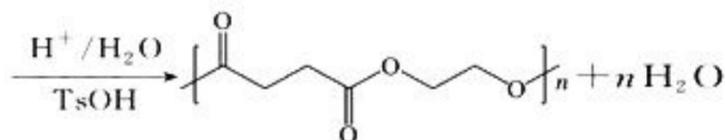
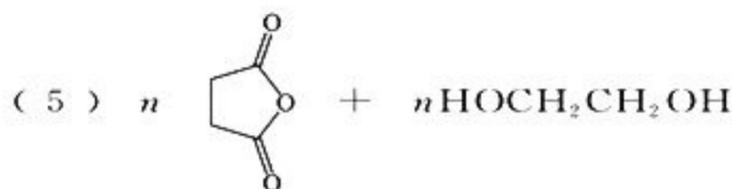
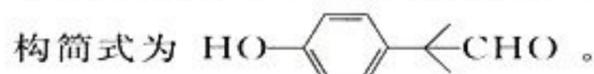
(4)15 

已知B()侧链上有4个碳原子,2个氧原子和1个不饱和度,结合

题目对B的同分异构的要求可知,其同分异构体苯环上连接着一个-OH,且占据一个取代基的位置;另一个官能团是醛基,应存在于另一个取代基上,且该取代基有4个碳原子,可构成的含醛基的侧链结构共有五种(左侧端位连接苯环):

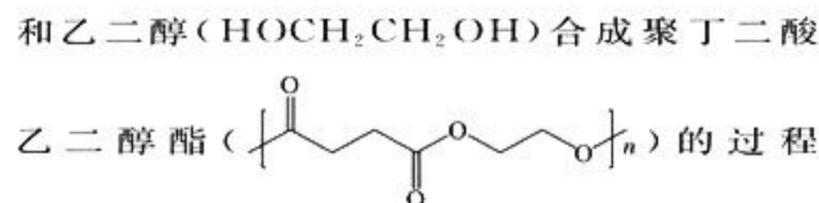
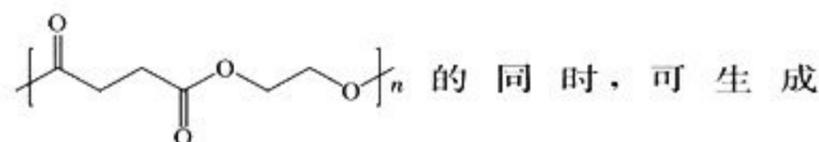


因此一共有 $5 \times 3 = 15$ 种结构。其中核磁共振氢谱有五组峰,因酚羟基和醛基均无对称结构,因此峰面积之比为 $6:2:2:1:1$ 的结构简式一定具有对称性(否则苯环上的氢原子不等效),即苯环上取代基位于对位,核磁共振氢谱中峰面积比为6的氢原子位于与同一碳原子相连的两个甲基上,因此该同分异构的结构简式为

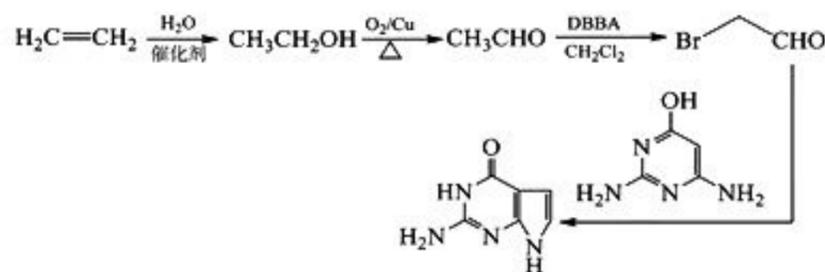
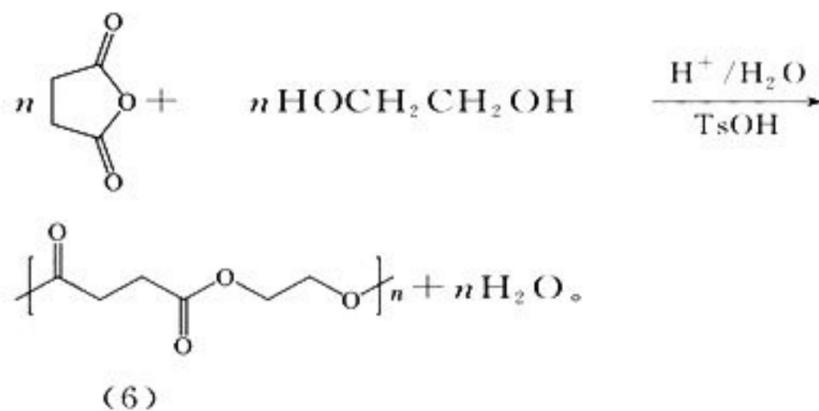


此过程每生成 1 mol 丁二酸消耗 1 mol H₂O,而在丁二酸与乙二醇的缩聚反应中,

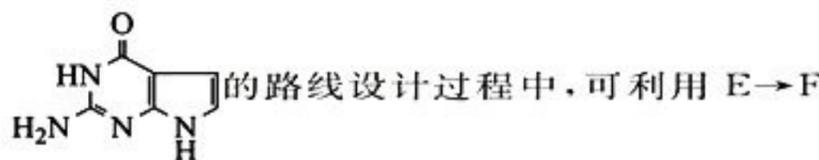
n mol 丁二酸与 n mol 乙二醇反应生成



生成 n mol 的 H₂O,反应方程式为



以乙烯和 为原料合成



的反应类型实现,因此需先利用乙烯合成 $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CHO}$, $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CHO}$ 中醛基可通过羟基催化氧化而得, $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CHO}$ 中溴原子可利用 D→E 的反应类型实现。

(责任编辑 谢启刚)



2022年高考化学模拟题一参考答案

1. A 提示:本题考查化学与环境的关系。要求熟练掌握一些主要的环境问题以及对应的化学物质的关系。比如本题中的⑤,用生物酶降解水中的有机物,藻类和菌类没有充足的有机物来快速生长繁殖,水里的含氧量就不会下降,所以生物酶降解水中的有机物可以防止水体富营养化,这个说法是正确的。但是,垃圾应该分类处理,使用填埋法处理未经分类的生活垃圾会污染土壤和水资源,故⑤错误。

2. B 提示:本题目考查的是实验室制备气体中试剂的选择与发生装置、收集方法。通常实验室制备气体均采用简单易得的试剂,操作方便无危险的装置进行实验。选项 A 错误,氧气的收集应该用向上排空气法收集。选项 B 正确,氢气的制取与收集是初中知识,大家在复习备考中需要注意初高中知识的衔接,特别关注初中知识与高中知识有直接关联的知识内容。选项 C 错误,收集 NO 气体只能用排水(液体)的方法,排空气会导致 NO 与 O₂ 反应。选项 D 错误,二氧化碳的制取与收集装置均正确,但是选用大理石与稀硫酸,反应生成的硫酸钙微溶物会覆盖在大理石表面,阻碍反应进一步进行,因而不能用于大量二氧化碳气体的制备。

3. A 提示:A 项正确, CaCO₃ 是难溶电解质,醋酸是弱电解质,均不拆,写化学式。B 项错误, HClO 是弱酸,应写化学式。C 项错误, HI 溶液提供 H⁺ 使溶液呈酸性, NO₃⁻ 遇 H⁺ 显示强氧化性,所以先与 I⁻ 反应,待 NO₃⁻ 反应完后, Fe³⁺ 再与 I⁻ 反应,此方程漏写部分离子反应。D 项错误,此离子方程式为沉淀转化反应: AgCl(s) + I⁻(aq) ⇌ AgI(s) + Cl⁻(aq)。

4. B 提示:对于选项 A,考查的是加成反应类型,能够发生加成反应的需要有不饱和的碳碳双键、碳碳三键、醛、酮中的羰基碳氧双键、苯及其同系物、杂原子的不饱和结构如 -CN 等,该化合物结构中含有苯环、酮羰

基、碳碳双键、碳氮双键,上述结构均能发生加成反应。选项 B,考查能够与 NaOH 发生反应的结构,回顾能够与 NaOH 发生反应的有显酸性的酚羟基、羧基,能在 NaOH 溶液中水解的酯基、酸酐、酰卤、卤代烃的碳卤键等,该结构中的酯基可以与 NaOH 反应。选项 C,考查共价键的极性,由构成共价键的双原子之间元素得电子能力决定,元素的电负性相差越大,极性越强,由于 O 原子得电子能力强于 C 原子,所以羟基中 O—H 键的极性大于乙基中 C—H 键的极性。选项 D,考查配位键的形成原理,配位键的形成过程中,电子对给予体由配位原子提供,电子对接受体由中心离子提供,形成“电子对给予—接受”的化学键叫配位键。带 * 的氮原子有 5 个价电子,其中 3 个参与成键,还有一对孤电子对, H⁺ 丢失电子后剩余空轨道,因此带 * 的氮原子能与含空轨道的 H⁺ 以配位键结合。

5. B 提示:首先推导出 4 种元素。因短周期元素原子序数不会超过 18,故 W 元素的原子序数就是 17,它是氯元素; X 与 W 同主族,则 X 为氟元素;根据原子序数关系推算出 Y 是 13 号元素铝;根据焰色特征确定 Z 是钠元素。A 选项错误,很显然,金属性 Y(Al) < Z(Na)。B 选项正确, HF 分子间形成氢键而 HCl 分子间没有氢键,故 HF 的沸点比 HCl 的高,即 X(HF) > W(HCl)。C 选项错误, F 原子的氧化性比 Cl 原子的强,则 F⁻ 的还原性比 Cl⁻ 的要弱,即还原性 X(F⁻) < W(Cl⁻)。D 选项错误,单说原子半径 Z(Na) > Y(Al) > X(F),是正确的,可以依据元素周期律做如下理解,引入一个中介元素 Cl, Na、Al、Cl 同为第三周期,原子半径依次减小,而 F、Cl 同属 VII A 族,原子半径增大,故 Na > Al > F;而三种元素的离子半径关系则是 F⁻ > Na⁺ > Al³⁺,因为它们都是两个电子层,且均为 2、8 排列,半径大小取决于核外 10 个电子的运动范围,而电子的运动范围受制

于核电荷数的多少,核电荷数大则正电场强,核外电子运动范围缩小。

6. A 提示: A 项正确,依据装置图可知,铜离子移向的电极为阴极,阴极和电源负极相连,a 为负极。B 项错误,通电时氯化铜发生氧化还原反应生成氯气和铜,电离是氯化铜解离为阴、阳离子,电离过程在溶解时已经发生,并不需要通电。C 项错误,与 b 连接的电极是阳极,氯离子失电子发生氧化反应,电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ 。D 项错误,通电一段时间后,氯离子在阳极失电子发生氧化反应,在阳极附近观察到黄绿色气体,而非在阴极附近观察到黄绿色气体。

7. C 提示:根据图像,曲线①代表的粒子的分布系数随着 NaOH 的滴入逐渐减小,曲线②代表的粒子的分布系数随着 NaOH 的滴入逐渐增大,粒子的分布系数只有 1 个交点;当加入 40 mL NaOH 溶液时,溶液的 pH 在中性发生突变,且曲线②代表的粒子的分布系数达到最大值,接近 1;没有加入 NaOH 时,pH 约为 1,说明 H_2A 第一步完全电离,第二步部分电离,曲线①代表 $\delta(\text{HA}^-)$,曲线②代表 $\delta(\text{A}^{2-})$,根据反应 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{A} = \text{Na}_2\text{A} + 2\text{H}_2\text{O}$,

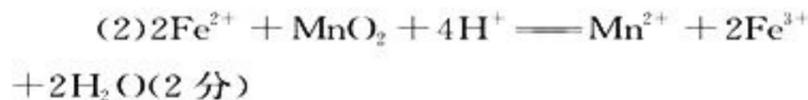
$$c(\text{H}_2\text{A}) = \frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ mL}}{2 \times 20.00 \text{ mL}} =$$

$0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,以此来解析。选项 A,根据分析,曲线①代表 $\delta(\text{HA}^-)$,曲线②代表 $\delta(\text{A}^{2-})$ 。选项 B,当加入 40.00 mL NaOH 溶液时,溶液的 pH 发生突变,说明恰好完全反应,结合分析,根据反应 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{A} = \text{Na}_2\text{A} +$

$$2\text{H}_2\text{O}, c(\text{H}_2\text{A}) = \frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ mL}}{2 \times 20.00 \text{ mL}} =$$

$0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。选项 C,用酚酞作指示剂,酚酞变色的 pH 范围为 8.2~10,终点时溶液呈碱性, $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$,溶液中的电荷守恒为 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{OH}^-)$,则 $c(\text{Na}^+) > 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{HA}^-)$ 。选项 D,根据曲线图可知,当 $\delta(\text{HA}^-) = \delta(\text{A}^{2-})$ 时,溶液的 $\text{pH} = 2.0$,则 HA^- 的电离平衡常数 $K_a = \frac{c(\text{A}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HA}^-)} = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-2}$ 。

8. (1) Fe^{2+} 、 Fe^{3+} (2 分)



(3)若用 NaOH 作沉淀剂, Co^{2+} 沉淀完全时的 $\text{pH} = 9.4$,此时 Mn^{2+} 也会沉淀,导致 MnSO_4 产率降低(2 分)

(4)蒸发结晶,趁热过滤(2 分)

(5)①当滴入最后一滴 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液时,溶液颜色刚好褪去且半分钟内不恢复为原来的颜色,则说明至终点(2 分)

$$\textcircled{2} \frac{bc}{1000} \times \frac{1}{5} \times \frac{100}{25} \times \frac{55}{a} \times 100\% (2 \text{ 分})$$

(6)电流继续增大, Mn^{2+} 在阴极放电: $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Mn}$,使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小; H^+ 放电直接生成 H_2 而不是 $\text{H}\cdot$, MnO_2 被 $\text{H}\cdot$ 还原的反应不能进行,使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小; Mn^{2+} 在阳极放电生成 MnO_2 ,使得 $c(\text{Mn}^{2+})$ 减小(2 分)

提示:菱锰矿酸浸后得到硫酸锰、硫酸亚铁、硫酸铁、硫酸钴等;加入二氧化锰的目的是将亚铁离子氧化为铁离子,再加入氨水除去铁离子;加入含硫沉降剂是除去钴离子,最后经处理得到含硫酸锰的溶液,结晶得到硫酸锰晶体,其中沉淀 1 为氢氧化铁,沉淀 2 为硫化钴,最终可以通过蒸发浓缩,趁热过滤,洗涤干燥来获取目标产物。

(1)酸浸后的溶液中含有的金属离子除锰离子、钴离子外还含有 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 。

(2)加入二氧化锰的目的是将亚铁离子氧化,其反应的离子方程式为 $4\text{H}^+ + \text{MnO}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 是沉淀。沉淀池 2 中,不能用 NaOH 代替含硫沉淀剂,原因是根据金属离子沉淀的 pH,若用 NaOH 代替含硫沉淀剂, Co^{2+} 完全沉淀时的 $\text{pH} = 9.4$,而此时也有部分 Mn^{2+} 转化为 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 沉淀,使 MnSO_4 产率降低。

(4)从溶解度曲线中可以看出,硫酸锰的溶解度随温度升高而降低,则从“含 MnSO_4 的溶液”中提取“ MnSO_4 晶体”的操作可以采用蒸发浓缩结晶,趁热过滤的方法分离;也可描述成加热浓缩至有大量固体析出,趁热过滤、乙醇洗涤、干燥。

(5)①步骤 iii 用 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 滴定

MnO_4^- , 滴定前溶液呈紫红色, 滴定后溶液变无色, 则滴定至终点的现象是当滴入最后一滴 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液时, 溶液颜色刚好褪去且半分钟内不恢复为原来的颜色, 则说明滴定至终点。

②滴定时发生反应 $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$, 设 25.00 mL 溶液中所含锰离子物质的量为 n , 由方程式可知, 锰离子与亚铁离子的物质的量之比为 1:5, 则

$$100 \text{ mL 溶液中 } n(\text{Mn}^{2+}) = \frac{1}{5} \times bc \times 4 \times 10^{-3} \text{ mol} = \frac{4}{5} \times bc \times 10^{-3} \text{ mol}, m = n(\text{Mn}^{2+}) \times M =$$

$$55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{4}{5} bc \times 10^{-3} \text{ mol}, \text{故锰元素的质量}$$

$$\text{分数} = \frac{\frac{4}{5} \times bc \times 10^{-3} \times 55}{a} \times 100\% = \frac{4.4bc}{a} \%$$

(6)本选项虽然开放, 但也有答题依据, 即 Mn^{2+} 在电极周围放电, 如 Mn^{2+} 在阴极放电: $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}$, 或者 Mn^{2+} 在阳极放电: $\text{Mn}^{2+} - 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ 。或者 MnO_2 转化为 Mn^{2+} 的过程被中断, 如 H 自由基猝灭阻断反应等。

9. (1)① CO_2 、 SO_2 、 O_2 (3分)

② Fe_3O_4 、 SO_2 (2分)

(2)① $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ (2分)

② $\frac{yz}{x} \times 100\%$ (3分)

(3)①除去 CO_2 中的 SO_2 (2分)

②吸收 CO_2 前后吸收瓶的质量 (2分)

提示:(1)为确保钢样中的碳和硫全部转化为二氧化碳和二氧化硫, 氧气必须过量, 因此气体 a 的成分是 CO_2 、 SO_2 、 O_2 。反应中各物质的化学计量数已经给出, 根据题意, 3 mol FeS 生成 3 mol SO_2 , 则铁的化合物为 1 mol, 对应产物为 Fe_3O_4 。

(2)① H_2O_2 具有氧化性, 二氧化硫具有还原性, 可将二氧化硫中的硫氧化到 +6 价, 在溶液中反应生成硫酸, 故反应方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ 。② 1 mL NaOH 溶液相当于硫的质量为 y g, z mL NaOH 溶液相当于硫的质量为 zy g, 则样品中硫的质量

分数为 $\frac{zy}{x} \times 100\%$ 。

(3)①测定碳的含量需排除气体 a 中的 SO_2 的干扰, 除去 SO_2 利用其还原性 (CO_2 和 SO_2 性质的不同), 而 B 和 C 中的试剂都具有氧化性, 故其作用是除去 SO_2 。②计算碳的质量分数是通过二氧化碳的质量进行计算, 故需要测定二氧化碳吸收瓶在吸收二氧化碳前后的质量。

10. (1)取少量溶液于试管中, 加入过量浓 NaOH 溶液并加热, 取湿润的红色石蕊试纸置于试管口处 (2分)

(2)过滤 (2分)

(3) $3\text{Mg}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \longrightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$ (2分) 降低 (1分)

(4) b、c (2分)

(5)① $\text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+ + \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (2分)

②产生 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀 (2分)

③当 $c(\text{Mg}^{2+})$ 和 $c(\text{NH}_4^+)$ 均为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 形成 MgNH_4PO_4 沉淀与形成 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀所需 $c(\text{PO}_4^{3-})$ 仅相差 10 倍, 若 $c(\text{NH}_4^+) < 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则先析出 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀, NH_4^+ 难以去除 (2分)

提示:(1)铵根离子的检验方法: 取少量溶液于试管中, 加入过量浓 NaOH 溶液并加热, 取湿润的红色石蕊试纸置于试管口处。

(2)分离磷酸镁铵只需要简单过滤即可。

(3)磷酸盐若选择 $\text{Na}_3(\text{PO}_4)_2$, 混合后会产生大量 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀, 反应的离子方程式为 $3\text{Mg}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \longrightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$, 此反应会造成 MgNH_4PO_4 沉淀减少, 导致氨氮去除率降低。

(4)由含磷微粒的物质的量分数与 pH 的关系图中可以观察到, H_3PO_4 溶液中加入 NaOH 溶液, pH 逐渐升高, 由图中可以看到 HPO_4^{2-} 主要集中于 pH 在 8~12, 因此 Na_2HPO_4 溶液呈碱性。 Na_3PO_4 溶液中存在 PO_4^{3-} 的三步水解以及相应水解产物的电离, Na_2HPO_4 溶液中存在 HPO_4^{2-} 的自身电离与水解以及相应产物的电离和水解, 使得两种

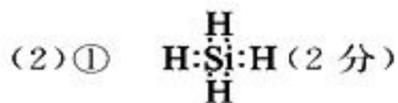
溶液中均含有 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 H_3PO_4 、 Na^+ 、 H^+ 、 OH^- 微粒的种类相同,含量不同。等浓度的 Na_3PO_4 和 Na_2HPO_4 溶液中 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 含磷微粒在水溶液中的水解以及相应产物的电离形成的微粒种类相同,由元素守恒可得 $[c(\text{H}_3\text{PO}_4) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{PO}_4^{3-})]$ 仍相等。

(5)①向 pH 在 9~10 的碱性溶液中加入 Na_2HPO_4 生成 MgNH_4PO_4 沉淀,反应的离子方程式为 $\text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+ + \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^- = \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

②pH 过大,可能产生 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀,影响了磷酸镁铵沉淀的产生。

③该题目难度较大,需要能够理解处理效果不佳是因为存在 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀竞争。 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀有竞争力的原因是与 MgNH_4PO_4 沉淀所需 $c(\text{PO}_4^{3-})$ 相差不大,需要用信息或者总结两个沉淀的溶解度相差不大的事实,呼应题干, NH_4^+ 浓度小的时候,竞争的影响力体现出来。

11. (1)第三周期第ⅣA族(1分) $3p$ (2分)



②高(1分) SiH_4 和 CH_4 为结构相似的分子,相对分子质量 $\text{SiH}_4 > \text{CH}_4$,分子间范德华力 $\text{SiH}_4 > \text{CH}_4$ (2分)

(3)共价(1分) sp^3 (2分)

(4)8(2分) $\frac{304}{a^3 \times N_A}$ (2分)

提示:新教材实施后针对物质结构模块的命题与以往物质结构命题更多的不同是内容更加翔实细化,考查知识点更多。本题目考查元素周期表、元素周期律,并将物质结构中晶体类型、原子的核外电子排布、杂化类型、晶胞结构、晶体密度的计算等融合为一体。硅元素虽然在元素及其化合物性质的学习中弱化了,但是在利用元素周期表和元素周期律预测该元素结构和性质方面仍要求较高。

(1)考查元素周期表中位置的描述,当前课程标准中明确说明掌握 1~36 号元素在元素周期表中的位置以及相应的核外电子运动

特点,硅元素的核外电子排布式、轨道排布式均需要掌握。

(2)① SiH_4 的电子式的书写可以类比 CH_4 的结构书写相应电子式。特别说明:Si 与 H 元素的电负性比较中,H 元素得电子能力强于 Si,因此 SiH_4 结构中 Si 显示 +4 价,H 显示 -1 价。

②考查分子间作用力的比较,由于二者均为分子晶体,结构相似,取决于相对分子质量。

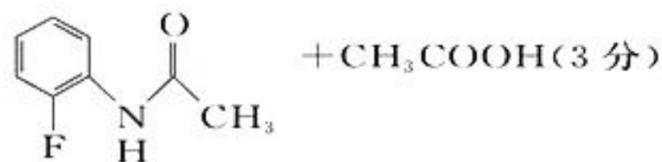
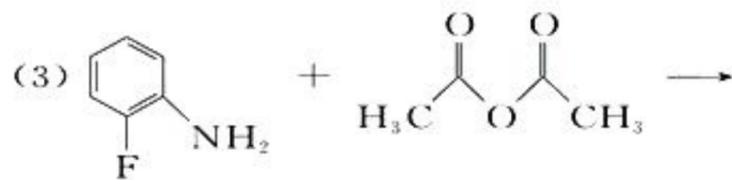
(3)本题目考查经典的共价晶体,由原子通过共价键作用连接堆积形成的晶体。常见的共价晶体:金刚石、单晶硅、二氧化硅、氮化硅、碳化硅等,其中硅原子与氧原子通过 4 根共价键作用形成硅氧四面体,螺旋上升形成链状,因此硅原子的杂化轨道类型为 sp^3 杂化。

(4)由 Mg_2Si 晶体的晶胞示意图可知,Si 原子分别占据 8 个顶点及 6 个面心位置。每个 Mg 原子位于 Si 原子组成的四面体的中心,Si 原子的四面体由 1 个顶点 Si 原子和 3 个相邻面心 Si 原子构成。因此每个 Si 原子共有 8 个四面体中心,1 个 Si 原子周围紧邻的 Mg 原子即有 8 个。已知 Mg_2Si 的晶胞边长为 a cm,阿伏加德罗常数的值为 N_A ,由于晶体是由晶胞无缝隙并置堆积形成的,因此 Mg_2Si 晶体的密度即为相应晶胞的密度。该晶胞中含有 Si 原子数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$; Mg 原子数为 8;则晶胞的质量 = 4 个硅原子质量 + 8 个镁原子质量 = $4 \times \frac{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{N_A \text{ mol}^{-1}} + 8 \times$

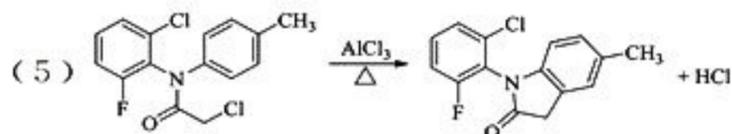
$\frac{24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{N_A \text{ mol}^{-1}} = \frac{304}{N_A} \text{ g}$;晶胞的体积为 $a^3 \text{ cm}^3$,则晶体密度 $\frac{304}{a^3 \times N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

12. (1)碳氟键、硝基(2分)

(2)还原反应(1分)

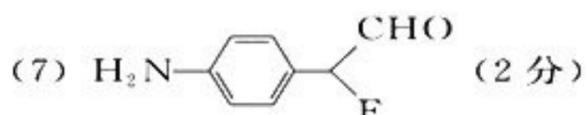


(4)将氨基对位 C—H 键保护(在氨基对位取代后,后一步取代反应定位效应在氨基邻位),在氨基的邻位取代上氯原子(2分)



(3分)

(6)pH 过高时,羧基会转化为羧酸盐;pH 过低时,氨基会转化为铵盐,上述两个反应均会使得 L 的溶解度升高而不利于分离(2分)



提示:有机题目的考查近两年倾向于多环化合物,合成线路有一条或者两条线路合并,合成步骤较长,给出的相关信息非常重要,要注意结构比对思想和陌生信息利用在合成路线中的应用。基础考点一般集中于比较熟悉的官能团、反应、结构推断。

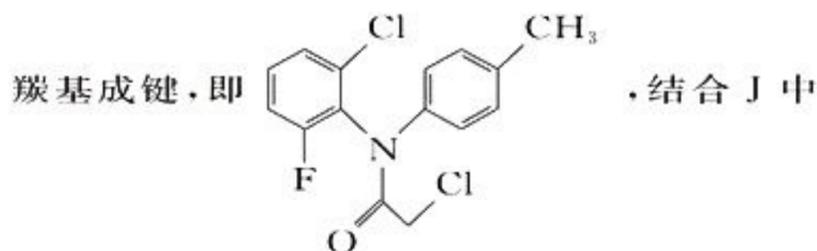
(1)考查官能团的名称或结构,新版课程标准中卤素原子的官能团为碳卤键。由硝化反应的经典条件,能够推断出 B 中还含有硝基官能团。

(2)考查有机经典反应类型之外的氧化反应、还原反应,打破考生的固式思维,一般只想有机中常见的取代反应、加成反应、消去反应、酯化反应等。

(3)在酸酐性质的介绍中有酸酐可以看成羧酸参加反应,因此在 C 到 D 的转化过程中,合成路线图中标注了取代反应,提醒考生关注该反应类型有相应部位进行断键成键的取代。因此考生可以结合羧基与氨基之间的反应类似酯化反应推出酰胺键的形成。

(4)由合成路线过程可以看出反应②中增加的 $\text{H}_2\text{NO}_2\text{S}$ —在 E、F 结构中出现,但是在 G 结构消失,虽然根据信息不能完全判断进行的所有反应,但可以断定反应②和反应④分别是 $\text{H}_2\text{NO}_2\text{S}$ —出现和消失的步骤,追其原因发现最终在 H 结构中氨基的邻位增加—Cl,说明其目的是将氨基对位 C—H 键保护,在氨基对位取代后,后一步取代反应定位效应在氨基邻位,在氨基的邻位取代上氯原子。

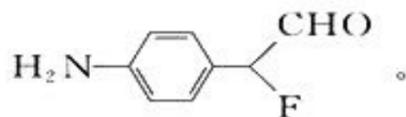
(5)由已知信息 i 苯胺和溴苯之间在一定条件下可以发生取代反应,使得两个苯环连接形成多环化合物。同时苯在 AlCl_3 做催化剂可发生付克烷基化过程,即卤代烃的烷基会增长到苯环结构上进而增加结构中的碳原子。因此 G→H 的结构过程中可以看到对甲基苯基与氨基连接,形成 H 结构。H 结构与 L 结构比对猜想 H 与 $\alpha\text{-Cl}$ 代的乙酰氯发生取代反应,— $\text{CH}_2\text{—COCl}$ 连接到氨基的邻位,但是在对应已知信息发现该反应没有相应的条件,意味着该猜想错误。如果同学们比较熟悉酰卤的性质可以直接观察出酰氯与氨基之间的类似酯化反应的取代形成酰胺键,此反应在步骤③酰胺水解中已给出暗示。进而推出 I 结构为 H 中亚氨基部位与酰氯中



含有两个六元环和一个五元环以及 AlCl_3 的反应条件可以写出该反应的方程式。

(6)由 L 的结构可以看出既有显酸性的羧基,也有显碱性的亚氨基,pH 过高时,羧基会转化为羧酸盐;pH 过低时,氨基会转化为铵盐,上述两个反应均会使得 L 在水中的溶解度升高而不利于分离。因此在考虑有机化合物的溶解度时主要观察结构中是否有易溶于水的官能团如氨基、羧基、溶解性增强的氨基正离子、羧酸根离子等。

(7)本题目为限定条件的同分异构体结构简式的书写,首先要明白限定的条件— NH_2 直接与苯环相连即可确认 D 结构的亚氨基换成氨基,能发生银镜反应说明需要含有醛基的结构,可以是醛基本身,也可以是甲酰基结构 H—CO— ,同时限定了核磁共振氢谱有 5 组吸收峰,面积比为 2:2:2:1:1,该要求说明结构中要有对称的氢原子位置,否则很难实现氢原子 2:2,据此可推出符合条件的 X 的结构简式为

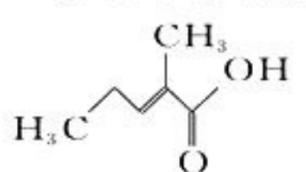


(责任编辑 谢启刚)

2022年高考化学模拟题二参考答案

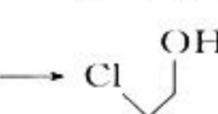
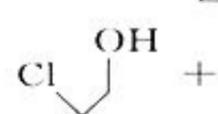
1. B 提示:偏二甲肼和二氧化氮反应生成氮气和水,二氧化氮中氮元素化合价降低,二氧化氮起氧化剂作用,A项正确。光伏发电系统能将太阳能变为电能,B项错误。碳纤维是含碳量高于90%的无机高分子纤维,碳纤维属于新型无机高分子材料,C项正确。聚亚酰胺是合成有机高分子材料,D项正确。

2. D 提示:16.8 g即0.3 mol铁丝在足量O₂中燃烧时,生成0.1 mol Fe₃O₄,转移的电子数为0.8N_A,A项错误。含0.1 mol FeCl₃的溶液与0.1 mol锌充分反应,先发生反应 2Fe³⁺ + Zn = 2Fe²⁺ + Zn²⁺,消耗0.1 mol FeCl₃、0.05 mol 锌,生成含0.1 mol FeCl₂、0.05 mol ZnCl₂,多余的0.05 mol 锌再发生反应 Fe²⁺ + Zn = Fe + Zn²⁺,消耗0.05 mol FeCl₂、0.05 mol 锌,则反应过程中0.1 mol 锌全部消耗,整个反应过程中失去电子的物质只有锌,按得失电子守恒,转移电子数目为0.2N_A,B项错误。NaHSO₄在水溶液中可电离出Na⁺、H⁺、SO₄²⁻,1 L 0.1 mol·L⁻¹的NaHSO₄溶液中含有的阳离子数目为0.2N_A,C项错误。乙醇和水分子中均含有氧原子,50 g质量分数为46%的乙醇水溶液中含有的氧原子总数为 $\left[\frac{50 \text{ g} \times 46\%}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{50 \text{ g} \times (1-46\%)}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \right] \cdot N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$,D项正确。

3. C 提示:白芷酸的分子式为C₅H₈O₂,
 的分子式为C₆H₁₀O₂,结构相似(都含1个碳碳双键和1个羧基),组成相差一个“CH₂”原子团,互为同系物,A项正确。白芷酸含有碳碳双键,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,B项正确。1个白芷酸分子中含有1个碳碳双键,1 mol 白芷酸最多能与1 mol H₂发生加成反应,C项错误。白芷酸含羧基,可以发生取代反应,含有碳碳双键,可以发生加聚反应,D项正确。

4. A 提示:W、X、Y、Z为原子序数依次增大的短周期主族元素,其中Z的最高价氧化物的水化物是三元酸,则Z为P;Y的原子半径是短周期主族元素中最大的,则Y为Na;W与X的最外层电子数之和为13,二者原子序数小于Na,且最外层电子数小于8,则W为O,X为F元素。据此解答。

5. B 提示:“碱浸”工序中,为提高钌的浸出率,可采用延长浸取时间、适当提高温度的措施,A项正确。金属钌在“碱浸”工序中被NaClO氧化为Na₂RuO₄,ClO⁻的还原产物为Cl⁻,根据化合价升降相等可知,生成Na₂RuO₄的反应方程式中,氧化剂和还原剂的化学计量数之比为3:1,B项错误。操作X为过滤,实验室进行过滤操作时必须用到的玻璃仪器为漏斗、烧杯、玻璃棒,C项正确。加入盐酸调节pH的同时,加入草酸的目的是将Na₂RuO₄还原为RuO₂,D项正确。

6. C 提示:泡沫镍电极处的Cl⁻生成Cl₂,失电子发生氧化反应,为阳极,A项正确。泡沫镍电极为阳极,则铂箔电极为阴极,发生还原反应,电极反应式为2H₂O + 2e⁻ = H₂↑ + 2OH⁻,B项正确。泡沫镍电极为阳极,电极反应式为2Cl⁻ - 2e⁻ = Cl₂↑,铂箔电极为阴极,电极反应式为2H₂O + 2e⁻ = H₂↑ + 2OH⁻,继续发生反应Cl₂ + H₂O = H⁺ + Cl⁻ + HClO,CH₂=CH₂ + HClO →  为加成反应,C项错误。由图可知,反应物为KOH和Cl-CH₂-CH₂-OH,生成物为 ,反应I的离子方程式为  + OH⁻ →  + Cl⁻ + H₂O,D项正确。

7. B 提示:电导率与溶液中离子浓度成正比,相同浓度的H₂SO₄、HCl和CH₃COOH三种溶液中c(H⁺)依次减小,则溶液的电导率依次减小,所以曲线①②③分别代表

Ba(OH)₂ 滴定醋酸、盐酸、硫酸的曲线, A 项错误。c 点表示的是硫酸与 Ba(OH)₂ 恰好完全反应, 化学方程式为 H₂SO₄ + Ba(OH)₂ = BaSO₄ ↓ + 2H₂O, 由于消耗的二者体积相同, 二者反应的物质的量的比是 1 : 1, 所以 Ba(OH)₂ 的浓度与硫酸的浓度相同, 均为 0.100 mol · L⁻¹, 由图可知 Ba(OH)₂ 浓度为 0.100 mol · L⁻¹, b 点是 HCl 被中和后氢氧根过量, b 点 c(OH⁻) = $\frac{0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20 \text{ mL} \times 2 - 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20 \text{ mL}}{20 \text{ mL} + 20 \text{ mL}}$ = 0.05 mol · L⁻¹, pOH = -lg 0.05 = -(-1 - lg 2) = 1.3 且 b 点对应的 pH 为 14 - 1.3 = 12.7, B 项正确。向酸溶液中滴加碱, 溶液中 c(H⁺) 逐渐减小, 水电离程度逐渐增大; 当溶液显中性时水的电离不受影响, 当碱过量时, 随着溶液中 c(OH⁻) 增大, 水电离程度逐渐减小; a 点时醋酸恰好被中和得到 (CH₃COO)₂Ba 溶液, 该盐是强酸弱碱盐, 水解使溶液显碱性, 水的电离受到促进作用; b 点是 HCl 被中和后氢氧根过量, 是 Ba(OH)₂、BaCl₂ 等浓度的混合溶液, 抑制水电离; c 点是 H₂SO₄ 恰好被完全中和产生 BaSO₄, BaSO₄ 是强酸强碱盐, 不水解, 溶液显中性, 水的电离也不受影响; d 点是 Ba(OH)₂、(CH₃COO)₂Ba 等浓度的混合溶液, 过量的碱电离产生 OH⁻, 使水的电离平衡受到抑制作用, 由于 (CH₃COO)₂Ba 水解促进水电离, d 点对水电离的抑制程度小于 b 点, 所以 a、b、c、d 四点中水的电离程度 a 点最大, d 点最小, 图中 a、b、c、d 点溶液中, 水的电离程度的大小关系为 a > c > d > b, 故 C 项错误。a 点时醋酸恰好被中和得到 (CH₃COO)₂Ba 溶液, a 点对应的溶液中粒子浓度大小关系为 c(CH₃COO⁻) > c(Ba²⁺) > c(OH⁻) > c(H⁺), D 项错误。

8. (1) 球形干燥管(1分) 作催化剂(2分)

(2) 2H⁺ + Cl⁻ + ClO⁻ = Cl₂ ↑ + H₂O (3分)

(3) 2ClSO₃H $\xrightarrow{\Delta}$ SO₂Cl₂ + H₂SO₄ (2分)
 B(1分)

(4) 饱和食盐水(1分) 防止水蒸气进入装置甲(2分)

(5) ①③(2分)

提示: 实验目的是制备硫酰氯, 其中装置丁为制备 Cl₂ 的发生装置, 装置丙是除杂装置, 除去 Cl₂ 中的 HCl 气体; 装置甲是 SO₂ 和 Cl₂ 反应制备硫酰氯的装置。由于硫酰氯对潮湿空气不稳定, 需要干燥的环境, 故装置乙和装置 B 是干燥装置。

(1) 仪器 B 的名称为球形干燥管。该反应需要催化剂, 由于活性炭具有较大的表面积、吸附能力很强, 则甲中活性炭的作用是作催化剂。

(2) 装置丁是制取氯气的发生装置, 在酸性溶液中漂白粉能氧化氯离子生成氯气, 则装置丁中发生反应的离子方程式为 2H⁺ + Cl⁻ + ClO⁻ = Cl₂ ↑ + H₂O。

(3) 氯磺酸(ClSO₃H)加热分解, 也能制得硫酰氯与另外一种物质, 根据原子守恒可知另一种生成物是硫酸, 因此该反应的化学方程式为 2ClSO₃H $\xrightarrow{\Delta}$ SO₂Cl₂ + H₂SO₄; 硫酰氯通常条件下为无色液体, 熔点为 -54.1 °C, 沸点为 69.1 °C, 而硫酸沸点高, 则分离产物的方法是蒸馏。

(4) 使用浓盐酸制备 Cl₂ 时, 需要将 HCl 杂质用饱和食盐水除去, 故装置丙中的试剂是饱和食盐水; 由于硫酰氯在潮湿空气中不稳定, 故装置乙中的试剂是浓硫酸, 则装置乙和装置 B 的共同目的是防止水蒸气进入装置甲中。

(5) 由于硫酰氯通常条件下为无色液体, 熔点为 -54.1 °C, 沸点为 69.1 °C, 在潮湿空气中“发烟”; 100 °C 以上开始分解, 生成二氧化硫和氯气, 长期放置也会发生分解, 因此为提高本实验中硫酰氯的产率, 在实验操作中需要注意的事项: ①控制气流速率, 宜慢不宜快; ②先通冷凝水, 再通气; ③若三颈烧瓶发烫, 可适当降温。

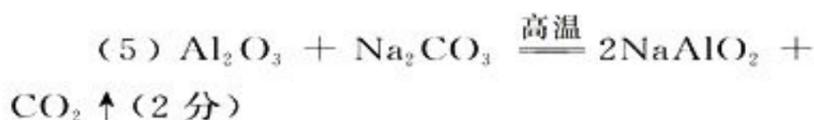
9. (1) 将富钒炉渣粉碎(或将 KClO₃ 与富钒炉渣充分混合等合理答案)(2分)

(2) NH₃(1分) Fe₂O₃(1分)

(3) AlO₂⁻ + HCO₃⁻ + H₂O =



(4)5(2分)



(6) CaSiO_3 (2分)



提示:本题为工业流程题,根据题干流程可知,高温氧化中是将 $\text{FeO} \cdot \text{V}_2\text{O}_3$ 中+2价的Fe氧化为+3价,+3价的V转化为+5价,反应方程式为 $2\text{FeO} \cdot \text{V}_2\text{O}_3 + \text{KClO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{V}_2\text{O}_5 + \text{KCl}$,焙烧中发生的反应为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$, $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 \uparrow$,气体X为 CO_2 ,根据信息②可知浸取时发生的反应为 $\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NaVO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,过滤出滤渣为 Fe_2O_3 ,滤液中主要含有 NaAlO_2 、 Na_2SiO_3 和 NaVO_3 ,沉铝、沉硅时发生反应的方程式为 $2\text{NaAlO}_2 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$,沉钒时发生反应的方程式为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaVO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NH}_4\text{VO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$,热分解时的反应方程式为 $2\text{NH}_4\text{VO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{V}_2\text{O}_5$,最后高温还原时发生的反应为 $2\text{V}_2\text{O}_5 + 5\text{Si} + 5\text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} 5\text{CaSiO}_3 + 4\text{V}$,据此分析解题。

(1)将富钒炉渣粉碎或将 KClO_3 与富钒炉渣充分混合均可加快“高温氧化”速率。

(2)由分析可知,“气体Y”和“滤渣1”的化学式分别为 NH_3 和 Fe_2O_3 。

(3)由分析可知,“沉硅、沉铝”中得到含铝沉淀的化学方程式为 $2\text{NaAlO}_2 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$,故其离子方程式为 $\text{AlO}_2^- + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$ 。

(4)已知“高温氧化”过程中,若有 1 mol $\text{FeO} \cdot \text{V}_2\text{O}_3$ 被氧化,Fe从+2价升高到+3价,V从+3价升高到+5价,故转移 5 mol

电子,则转移的电子数为 $5 \text{ mol} \times N_A \text{ mol}^{-1} = 5N_A$ 。

(5)由分析可知,“焙烧”时 Al_2O_3 发生反应的化学方程式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(6)由分析可知,“高温还原”反应为 $2\text{V}_2\text{O}_5 + 5\text{Si} + 5\text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} 5\text{CaSiO}_3 + 4\text{V}$,故氧化钙最终转化为 CaSiO_3 。

(7)用铝热反应也可将 V_2O_5 还原为钒,即Al转化为 Al_2O_3 , V_2O_5 转化为V,根据氧化还原反应即可配平得出相应的化学方程式为 $10\text{Al} + 3\text{V}_2\text{O}_5 \xrightarrow{\text{高温}} 5\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{V}$ 。

10. (1)-905(1分) -92.45(2分)

③(1分)

(2)80%(2分) 小于(2分)

(3)升温,反应①K减小,反应②k增大,但K降低倍数大于k升高(3分)

(4)①>(2分) ②H(2分)

提示:(1)依据盖斯定律可知,反应 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 可由 $① \times 2 + ② \times 3 - ③ \times 2$ 得到,则焓变 $\Delta H = 2 \times (+180.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) + 3 \times (-483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - 2 \times (-92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -905 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

由图像数据代入 $R \ln K_p = -\frac{\Delta H}{T} + C$, $-3.710 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = -2.113 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1} \cdot \Delta H + C$, $-61.678 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = -1.486 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1} \cdot \Delta H + C$,二式联立可得 $\Delta H = -92.45 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,即该反应的反应热 $\Delta H = -92.45 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。依据反应热可知,图中表示的方程式是③。

(2)反应 $2\text{NO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NO}_2$ 是一个气体分子数减少的反应,增大压强,平衡正向移动,因此,相同温度下,压强越大,一氧化氮的平衡转化率越大,所以该反应在 $400 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 0.8 MPa 时一氧化氮的平衡转化率大于相同温度下、压强为 0.1 MPa 时一氧化氮的平衡转化率,因此依据图示, $400 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 0.8 MPa 时的 $\alpha = 80\%$ 。在压强 p_1 、温度 $600 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,A点条件下一氧化氮的转化率大于平衡转化率,反应逆向移动,所以 $v_{\text{正}}$ 小于 $v_{\text{逆}}$ 。

(3) 反应①为放热反应, 温度上升, 反应逆向进行, 平衡常数 K 减小, 而反应②速率常数 k 随温度升高而增大, 但 K 降低倍数大于 k 升高倍数, 所以当其他条件一定时, 升高温度, 反应速率降低。

(4) ①压强越大、反应速率越快, 则 B、E 两点对应的正反应速率大小为 $v_B > v_E$ 。

②平均相对分子质量 $\bar{M} = \frac{m}{n}$, 根据质量守恒定律, 总质量 m 不变, 则 n 越小, 平均相对分子质量越大, 反应向正反应方向进行, n 会变小, 则反应正向进行的越多, 平均相对分子质量越大, E 点到 F 点的过程, 压强增大, 平衡正向移动, H 点达到平衡, 则 H 点物质的总物质的量 n 最小, 平均相对分子质量最大。

11. (1) $3d^5 4s^2$ (1分) 电子气 (1分)

(2) C (1分) 12 (1分)

(3) sp^3 (1分) 小于 (1分) 正四面体 (1分) $O > Cl > S$ (2分)

(4) 丙烯醇分子之间能形成分子间氢键 (2分)

(5) $(1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ (1分) $\frac{25\sqrt{3} \times 10^{24}}{2a^2 N_A}$ (3分)

提示: (1) 锰元素的原子序数为 24, 基态原子的价电子排布式为 $3d^5 4s^2$ 。金属晶体中原子之间存在金属键, 描述金属键本质的最简单理论是电子气理论, 电子气理论可解释金属晶体的熔沸点的高低, 也可以解释金属的导电、导热性能, 有金属光泽和延展性这些性质。

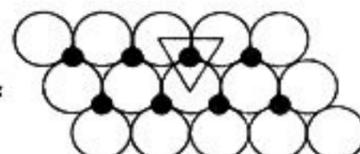
(2) γ 型锰为面心立方晶胞, 晶胞中锰原子位于晶胞的顶点和面心, 由图可知, C 为面心立方晶胞俯视图, 晶胞中顶点的锰与位于面心的锰原子紧邻, 则每个锰原子周围紧邻的原子数为 12。

(3) 二甲基亚砷中硫原子的价层电子对数为 4, 孤对电子对数为 1, 则硫原子的杂化方式为 sp^3 杂化。丙酮中羰基碳原子的杂化方式为 sp^2 杂化, 无孤电子对, 孤电子对对成键电子对的排斥作用大于成键电子对之间的排斥作用, 则二甲基亚砷中键角 $\angle C-S-O$ 小于丙酮中键角 $\angle C-C-O$ 。高氯酸根离子中氯原子的价层电子对数为 4, 孤对电子对

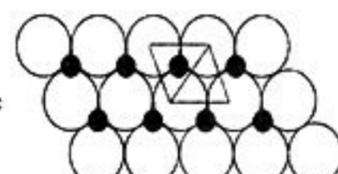
数为 0, 则离子的空间构型为正四面体形。元素的非金属性越大, 电负性越大, 元素非金属性的强弱顺序为 $O > Cl > S$, 则电负性的大小顺序为 $O > Cl > S$ 。

(4) 相对分子质量相等的丙烯醇和丙醛中, 丙烯醇分子间之间能形成分子间氢键, 分子间的分子间作用力大于丙醛, 沸点高于丙醛。

(5) 由氧化镍晶胞中离子坐标参数 A 为 $(0, 0, 0)$, B 为 $(1, 1, 1)$ 可知, 晶胞的边长为 1, 则位于右侧面心离子坐标参数 C 为 $(1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ 。由图可知, 每个镍离子被 3 个氧离子包围, 每个氧离子被 3 个镍离子包围, 相

对位置如图所示: 。相邻

的 3 个氧离子的中心形成边长为 $2a$ pm 的正三角形, 每个三角形中含有 1 个镍离子, 三角形的面积为 $\frac{1}{2} \times 2a \text{ pm} \times 2a \text{ pm} \times \sin 60^\circ = \sqrt{3} a^2 \text{ pm}^2$, 实际上镍离子被如图所示的两个

小三角形所包含: 。两个

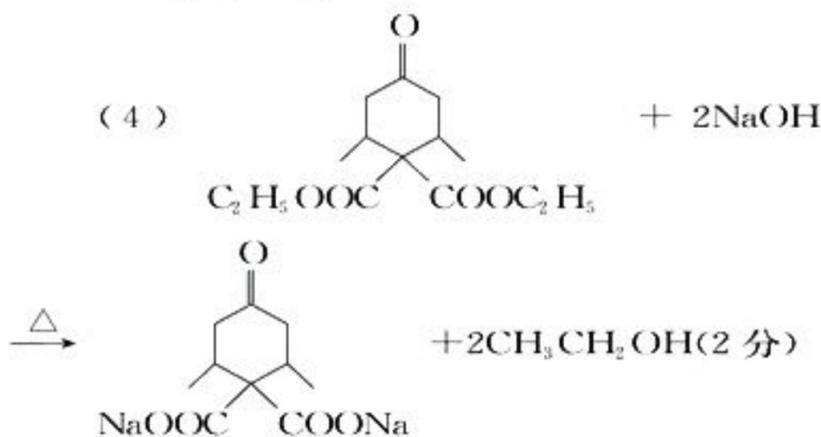
小三角形形成的平行四边形的面积为 $2\sqrt{3} a^2 \text{ pm}^2$, 含有的氧离子个数为 $6 \times \frac{1}{6} = 1$, 则每平方米面积上具有该晶体的质量为

$$\frac{1 \times 75}{N_A} \times \frac{1}{2\sqrt{3} a^2 \times 10^{-24}} \text{ g} = \frac{25\sqrt{3} \times 10^{24}}{2a^2 N_A} \text{ g}$$

12. (1) 1,3-丁二烯 (1分) 加成反应 (1分)

(2) $\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$ (2分)

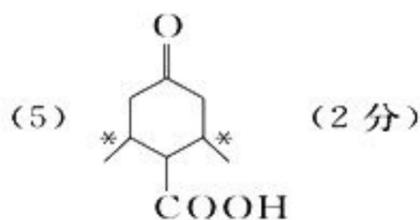
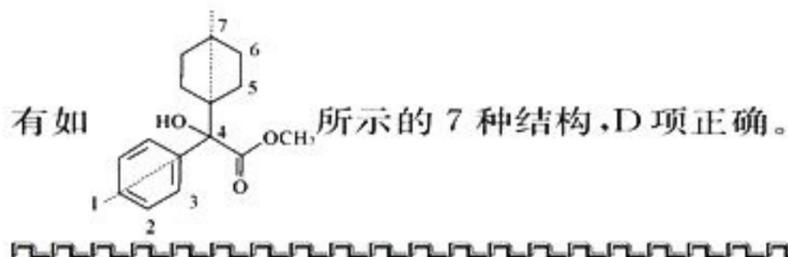
(3) 酯基 (2分)



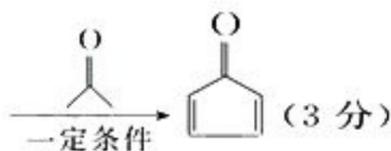
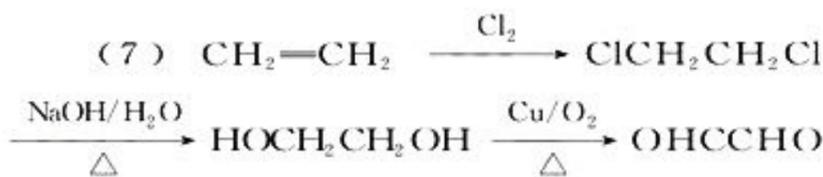
2022年高考化学模拟题三参考答案

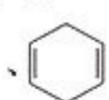
1. C 提示:紫外线能够使蛋白质变性,故能对笔记本电脑进行消毒,A项正确。氟氯烃化合物进入高空会破坏臭氧层,使到达地面的紫外线增多,而二氧化碳跨临界直冷制冰技术的使用会减少臭氧层破坏,B项正确。长城青砖的“青”指黑色,黏土烧制自然冷却——红砖(含氧化铁),若淋水冷却——青砖(含四氧化三铁)。青花瓷的“青”指蓝色,天霁蓝即来自着色剂霁蓝釉,均指蓝色,里面含钴的氧化物,C项错误。动物的毛发属于蛋白质,棉花属于纤维素,D项正确。

2. D 提示:该有机物属于烃的衍生物,A项错误。由结构简式可知,化合物M分子中含有饱和碳原子,饱和碳原子的空间构型为四面体形,则分子中所有碳原子不可能共平面,B项错误。由结构简式可知,有机物含有羟基、酯基2种官能团,C项错误。由结构简式可知,化合物M分子的环上的一氯代物



(6) 3 (2分)



提示:由图可知A、B、C、D分别为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$ 、、 $\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OOCCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$ 。

(1)A的名称为1,3-丁二烯,A→B的反应类型为加成反应。

3. C 提示:装置丁中发生的反应 $2\text{CHCl}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{COCl}_2 + 2\text{HCl}$ 不是取代反应。

4. D 提示:废钯碳在空气中焚烧可以使钯碳中的活性炭和有机物燃烧除去,主要生成 CO_2 ,A项正确。Pd是元素周期表中第五周期第Ⅷ族的元素,B项正确。钯与王水反应生成四氯合钯酸、一氧化氮和水,反应的化学方程式为 $3\text{Pd} + 12\text{HCl} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{H}_2[\text{PdCl}_4] + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$,由方程式可知,消耗盐酸和硝酸的物质的量之比为6:1,C项正确。氨水受热易发生分解反应生成氨气,若反应温度过高,氨气受热逸出不利于“氨化”进行,效率下降,D项错误。

5. B 提示由图可知该反应发生在溶液中,温度过高,硫化氢和氧气在水中的溶解度降低,气体逸出会降低脱硫效果,A项错误。

由题意可知, H_2S 溶液的浓度为 $\frac{0.34 \text{ g}}{34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0.1 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,由图可知,溶液中 H^+ 和 HS^- 的浓度均为 $10^{-4.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 H_2S 的

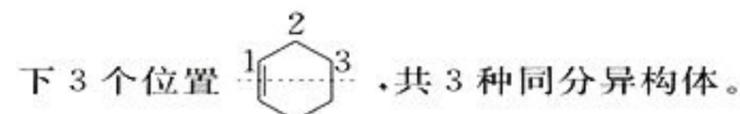
(2)C的结构简式为 $\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$ 。

(3)D中所含官能团为酯基。

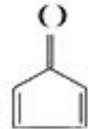
(4)根据合成路线,可写出G到H的第①步化学方程式。



(6)I的分子中有一个六元环,能发生银镜反应,则六元环上有一个取代基—CHO,有如下3个位置



(7)根据已知条件,以丙酮和乙烯为原料可

写出  的合成路线。(责任编辑 谢启刚)

一级电离常数为 $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{10^{-4.5} \times 10^{-4.5}}{0.1} = 10^{-8}$, B项正确。由题给信息

可知,多孔活性炭可作吸附剂,搭载活性成分作反应的催化剂可降低反应的活化能,C项错误。由图可知,该反应的总反应为 H_2S 溶液与氧气反应生成 S 沉淀和水,反应的方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, D项错误。

6. D 提示:该装置为原电池,通入 NO_2 的电极为正极, NO_2 发生得电子的还原反应生成 N_2 , A项正确。通入 C_2H_4 的电极为负极,碱性环境,反应式为 $\text{C}_2\text{H}_4 - 12\text{e}^- + 16\text{OH}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + 10\text{H}_2\text{O}$, B项正确。因正极反应式为 $2\text{NO}_2 + 8\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} = \text{N}_2 + 8\text{OH}^-$, 转移 8 mol 电子时,产生 8 mol OH^- , 则转移 0.2 mol 电子时,有 $0.2N_A$ 个 OH^- 通过阴离子交换膜, C项正确。由以上分析知左侧室消耗了水,使正极附近溶液的碱性增强, pH 增大, D项错误。

7. B 提示:当 $n(\text{HCl}) = 1 \text{ mol}$ 时发生反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$, 反应消耗 1 mol HCl, 反应产生 1 mol NaHCO_3 , 则 Na_2CO_3 的物质的量是 1 mol; 在 $n(\text{HCl})$ 为 1~4 mol 时发生反应 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, $n(\text{HCl}) = n(\text{NaHCO}_3) = 3 \text{ mol}$, 其中有 1 mol NaHCO_3 是 Na_2CO_3 与 HCl 反应产生的, 则原天然碱溶液中 NaHCO_3 的物质的量是 2 mol, 故 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{NaHCO}_3) = a : b = 1 \text{ mol} : 2 \text{ mol} = 1 : 2$, A项错误。在 N 点溶液中含有 1 mol NaCl 、3 mol NaHCO_3 , NaCl 是强酸强碱盐, 溶液显中性, 而 NaHCO_3 是强碱弱酸盐, 水解使溶液显碱性, 故二者混合溶液显碱性, 根据质子守恒可知在 N 点的溶液中存在关系式 $c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$, B项正确。由 $\text{M} \rightarrow \text{N} \rightarrow \text{P}$ 的过程中, 是逐渐加入盐酸的, 使水的电离程度逐渐减小, 故 M、N、P 三点水电离程度 $\text{M} > \text{N} > \text{P}$, C项错误。根据选项 A 分析可知该天然碱中 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{NaHCO}_3) = a : b = 1 : 2$, 向其中加入

HCl, 反应的离子方程式可能是 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{HCO}_3^- + 4\text{H}^+ = 3\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$, 不可能是 $3\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + 5\text{H}^+ = 4\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, D项错误。

8. (1) 将二价铁充分转化为三价铁(2分, 不写“充分”或“完全”只得1分)

$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (1分)

(2) $5.8 \times 10^{-14} \sim 6.4 \times 10^{-14}$ (2分)

(3) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_4^-$,

$\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{Cr}(\text{OH})_4^-$ (2分)

(4) 提高铜、镍元素的浸取率(1分)

(5) $\text{CuR}_2 + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{HR}$ (2分)

(6) A、D(2分)

(7) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 Na_3PO_4 (2分)

提示:(1) 铬系铜镍电镀污泥中 Fe 为二价, 后续流程中得到的 Fe 是三价, 可知电解过程中除了回收铜之外, 还将二价铁转化为三价铁; 除杂时将三价铁完全转化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 所以电解 I 需要将二价铁充分转化为三价铁, 为了证明第二个目的是否达成, 即检验溶液中是否还有 Fe^{2+} , 可以用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 检验, 若有 Fe^{2+} , 现象分别为出现蓝色沉淀。

(2) 除杂的目的是使 Fe^{3+} 、 Cr^{3+} 、 Al^{3+} 沉淀, Ni^{2+} 不沉淀, 需要沉淀的三种粒子中, $K_{sp}[\text{AlPO}_4]$ 最大, 所以只要保证 Al^{3+} 完全沉淀, 则 Fe^{3+} 、 Cr^{3+} 也一定完全沉淀, 此时溶液中 $c(\text{PO}_4^{3-}) = \frac{K_{sp}[\text{AlPO}_4]}{c(\text{Al}^{3+})} = \frac{5.8 \times 10^{-19}}{10^{-5}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5.8 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; Ni^{2+} 开始沉淀时 $c(\text{PO}_4^{3-}) = \sqrt{\frac{K_{sp}[\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2]}{c^3(\text{Ni}^{2+})}} = \sqrt{\frac{5.0 \times 10^{-31}}{(5 \times 10^{-2})^3}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 6.4 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 所以 PO_4^{3-} 浓度范围为 $5.8 \times 10^{-14} \sim 6.4 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(3) Cr 及其化合物的性质与铝类似, 所以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 都具有两性, 若 NaOH 过量, 氢氧化物沉淀会溶解, 离子方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_4^-$, $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{Cr}(\text{OH})_4^-$ 。

(4) 根据后续流程的处理可知“浸出 II”是为了得到 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 和 $\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}$, 多次

浸取可以提高铜、镍元素的浸取率。

(5) 根据流程可知,反萃取的过程中 CuR_2 在硫酸的作用下转化为 Cu^{2+} ,离子方程式为 $\text{CuR}_2 + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{HR}$ 。

(6) 电解液中成分为 CuSO_4 和 NiSO_4 ,为抑制 Cu^{2+} 、 Ni^{2+} 水解需要保持弱酸性环境,A项正确;电解的目的是回收铜,不能以铜做阳极,B项错误;若维持电流强度为 0.5 A ,电流效率为 90% ,电解 8 min 即 480 s ,则理论上转移电子数为 $\frac{0.5 \times 480}{96\ 500}\text{ mol} \times 90\%$,所以获得的铜为 $\frac{0.5 \times 480}{96\ 500}\text{ mol} \times 90\% \div 2 \times 64\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.07\text{ g}$,C项错误;离子的放电能力与浓度有关,随着电解的进行,铜离子浓度逐渐减小,不可能达到 100% 放电,D项正确。

(7) 根据“萃取 II”时的反应可知,水相 I 中主要溶质为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$,可以循环使用;转溶时磷酸盐沉淀转化为氢氧化物,所得滤液 I 中主要溶质为 Na_3PO_4 ,可以循环使用。

9. (1) ①球形冷凝管(1分,答“冷凝管”也可得分) 下口进水可以使冷凝水充满整个冷凝管,冷凝效果好(2分)

②降低富马酸的溶解度,使其充分析出(1分) 加快过滤速度;得到较干燥的沉淀(2分,两个点各1分)

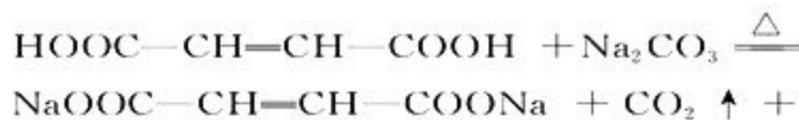
(2) ① $\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NaOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COONa} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2分) ②防止富马酸亚铁被氧化(Fe^{2+} 或富马酸根离子被氧化)(2分)

(3) ①酸式(1分) ②不能,高锰酸钾会氧化碳碳双键(2分)

$$\textcircled{3} \frac{56\ cV \times 10^{-3}}{a} \times 100\% \text{ (2分)}$$

提示:(1) ①仪器 A 为球形冷凝管;为了增加冷凝效果,冷却液宜从下而上流入使冷凝水充满冷凝管。②反应结束用冰水冷却,降低富马酸的溶解度,使其充分结晶析出;抽滤相对于过滤,过滤速度更快,所得产品更干燥。

(2) ①富马酸和碳酸钠加热反应生成富马酸钠、 CO_2 和 H_2O (也可以生成酸式盐),反应的化学方程式为



②亚铁离子容易被空气中氧气氧化,加入适量的 Na_2SO_3 溶液的的目的是防止富马酸亚铁被氧化(Fe^{2+} 或富马酸根离子被氧化)。

(3) ①铵根离子、 Ce^{4+} 水解溶液显酸性,且 Ce^{4+} 有较强氧化性,故 $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{SO}_4)_3$ 标准液适宜盛放在酸式滴定管中。②富马酸亚铁中含有碳碳双键,可以被高锰酸钾氧化,故该实验中不能用 KMnO_4 标准液代替 $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{SO}_4)_3$ 标准液滴定 Fe^{2+} 。③反应为 $\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+} = \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$,由反应体现的关系可知,反应的铁的物质的量为 $c\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3}\text{ L} = cV\text{ mol}$,则产品中铁的质量分数为 $\frac{c\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3}\text{ L} \times 56\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{a\text{ g}} \times 100\% = \frac{56cV \times 10^{-3}}{a} \times 100\%$ 。

10. (1) ① 105.9 (1分) ② $\Delta H_1 < 0$, $\Delta H_2 > 0$,温度升高时,反应 i 平衡向左移动使 CO_2 增加的量比反应 ii 平衡向右移动使 CO_2 减少的量多(2分)

(2) ① $v(\text{III}) > v(\text{II}) > v(\text{I})$ (2分)

② A(2分)

(3) K(1分) 降低生成乙烯的反应所需要的活化能,加快乙烯生成速率(2分)

(4) ① 3.52 (2分) ② 增大(2分)

提示:(1) ①目标反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ 可由反应 ii - i 得到,根据盖斯定律可知,该反应的反应热 $\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1 = +41.2\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-164.9\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +206.1\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,又知反应热 $\Delta H = E_{\text{a(正)}} - E_{\text{a(逆)}}$,结合 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ 的正反应的活化能 $E_{\text{a(正)}}$ 为 $312\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则该反应的逆反应的活化能 $E_{\text{a(逆)}}$ 为 $312\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (+206.1\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +105.9\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。②由题干信息可知,反应 i 是一个放热反应,

升高温度平衡逆向移动,CO₂的物质的量浓度增大,而反应ii是一个吸热反应,升高温度平衡正向移动,CO₂的物质的量浓度减小,由图可知,温度低于220℃时,随着温度升高CO₂的物质的量浓度减小,说明此温度段,温度对反应ii的影响大于对反应i的影响,而220~400℃时,温度对反应i的影响大于对反应ii的影响,故导致温度升高CO₂的物质的量浓度增大。

(2)甲烷燃烧为放热反应,其热化学方程式为CH₄(g)+2O₂(g)⇌CO₂(g)+2H₂O(g) ΔH<0,所以光能和光催化剂条件下CO₂(g)+2H₂O(g)⇌CH₄(g)+2O₂(g) ΔH>0,欲使该反应的反应速率增大,且平衡向正反应方向移动,可以通过升高体系温度实现,A项正确;适当提高压强平衡向逆反应方向移动,B项错误;分离出气体O₂,反应速率减小,C项错误;选择高效的催化剂不影响化学平衡,D项错误。

(3)根据题干表中数据可知,添加Na时虽然CO₂的转化率比K、Cu都高,但C₂H₄的选择性太差,添加Cu时,虽然C₂H₄的选择性最好,但CO₂的转化率太低,故欲提高单位时间内乙烯的产量,在催化剂中添加K助剂效果最好,加入助剂能提高单位时间内乙烯产量的根本原因是降低生成乙烯的反应所需要的活化能,加快乙烯生成速率。

(4)根据c点的三段式分析:

	CO ₂ (g)+2H ₂ (g)⇌HCHO(g)+H ₂ O(g)			
起始量/mol	1	2	0	0
转化量/mol	x	2x	x	x
平衡量/mol	1-x	2-2x	x	x

则平衡时容器气体的压强p(平衡)= $\frac{3-x}{3} \times 1.2p$ kPa,故有p(HCHO)= $\frac{x}{3-x} p(\text{平衡}) = \frac{x}{3-x} \times \frac{3-x}{3} \times 1.2p$ kPa=0.24p kPa,解得x=0.6(mol),故p(平衡)=0.96p kPa,据此分析解题。①温度不变,化学平衡常数不变,故b点时反应的化学平衡常数与c点对应的平衡常数相等,由分析可知,c点平衡下,p(CO₂)= $\frac{0.4}{3-0.6} \times$

0.96p kPa=0.16p kPa,同理,p(H₂)=0.32p kPa,p(HCHO)=p(H₂O)=0.24p kPa,故 $K_p = \frac{p(\text{HCHO}) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2) \cdot p^2(\text{H}_2)}$

$$= \frac{0.24p \text{ kPa} \times 0.24p \text{ kPa}}{0.16p \text{ kPa} \times (0.32p \text{ kPa})^2} \approx 3.52 (p \text{ kPa})^{-1}$$

②c点时,再加入CO₂(g)和H₂O(g),使二者分压均增大0.05p kPa,则此时

$$Q_p = \frac{p(\text{HCHO}) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2) \cdot p^2(\text{H}_2)} =$$

$$\frac{0.24p \text{ kPa} \times 0.29p \text{ kPa}}{0.21p \text{ kPa} \times (0.32p \text{ kPa})^2} \approx 3.24 (p \text{ kPa})^{-1}$$

<K_p,平衡正向移动,故H₂的转化率增大。

11.(1)洪特规则(1分) Mg、S(或S、Mg)(1分)

(2)共价键(1分) 4a(1分)

(3)σ键、π键(2分) CN⁻、C₂²⁻等(1分) sp杂化(1分)

(4)碳化硅(1分) 两者都是原子晶体,结构和组成相似,Si—Si键长大于Si—C键长,Si—Si键能小,晶体硅的熔沸点低于碳化硅(2分)

$$(5) \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0\right) (2 \text{分}) \quad \frac{\sqrt{3}\pi}{16} (2 \text{分})$$

提示:(1)根据洪特规则,同一能级上的电子优先以自旋方式相同状态进入不同轨道,因此硅的 $\begin{array}{|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \square \\ \hline 3p & \end{array}$ 排布违背了洪特规则;A、B与硅位于同周期,若A、B的第一电离能(相对大小)中间只有Si,则A、B分别是Mg、S(或S、Mg)。

(2)SiO₂为原子晶体,使SiO₂固体液化需要克服的作用力是共价键;SiO₂中,每个硅原子均形成了4个Si—O键,故1 mol SiO₂全部变成Si、O原子需要断裂4 mol Si—O键,若Si—O键的键能为a kJ·mol⁻¹,则使1 mol SiO₂全部变成Si、O原子至少需要提供的能量是4a kJ。

(3)CO分子中C、O原子形成共价三键,从原子轨道重叠的角度,三键中包含一个σ键、两个π键;与CO互为等电子体的离子有C₂²⁻、CN⁻等;CO与O₂反应生成CO₂(直线型分子),C原子sp杂化。

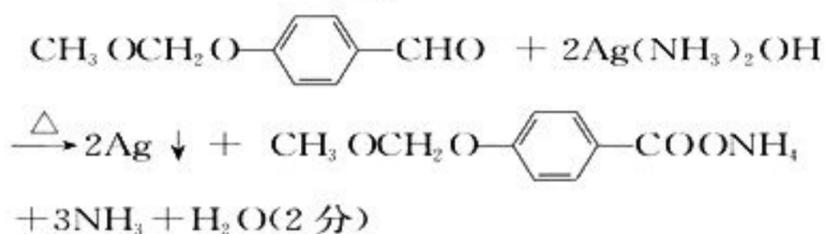
(4) SiC 与晶体硅都是原子晶体, 结构和组成相似, Si—Si 键长大于 Si—C 键长, Si—Si 键能小, 晶体硅的熔沸点低于碳化硅。

(5) 由图中信息知, ①号硅原子坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$ 。设碳原子的半径为 r cm, 晶胞参数为 x cm, 则体对角线长为 $8r$ cm, 体对角线长为 $\sqrt{3}x$ cm, 则 $x = \frac{8\sqrt{3}}{3}r$, 一个晶胞中含有硅原子数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4 = 8$ 个, 8 个硅原子的总体积为 $8 \times \frac{4}{3}\pi r^3$ cm³, 晶胞总体积为 x^3 cm³, 故原子的空间利用率 = $\frac{8 \times \frac{4}{3}\pi r^3 \text{ cm}^3}{(\frac{8\sqrt{3}}{3}r \text{ cm})^3} = \frac{\sqrt{3}\pi}{16}$ 。

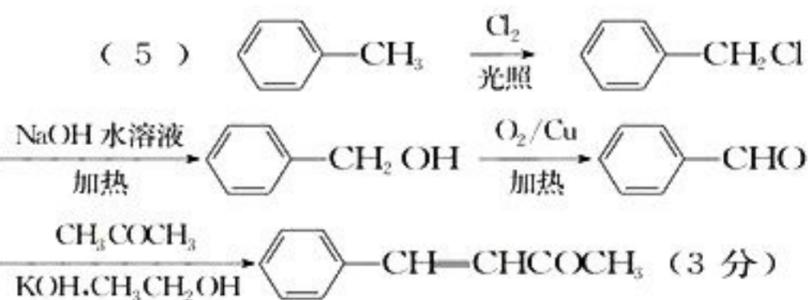
12. (1) 1,3-苯二酚(或间苯二酚)(2分)

(2) 羰基(或酮基)(1分) 取代反应(1分)

(3) O=Cc1ccc(OCCOC)cc1 (2分)



(4) 15(2分) Oc1cc(O)c(C(=O)O)cc1 (2分)



提示: A 与醋酸在 ZnCl_2 作用下发生取代反应生成 B, B 与 $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{Cl}$ 发生取代反应生成 C, 根据 C 生成 E 的反应条件可知, 该反应与题目所给信息反应类似, D 应含有醛基, 对比 C 和 E 的结构简式可知 D 为

O=Cc1ccc(OCCOC)cc1; E 中碳碳双键与酚羟基加成生成 F, F 发生取代反应生成 G。

(1) A 中含有苯环, 苯环上有两个处于间位的酚羟基, 所以名称为 1,3-苯二酚(或间苯二酚)。

(2) 根据 B 的结构简式可知, 其官能团为(酚)羟基、羰基; B 中酚羟基上的 H 原子被 $-\text{CH}_2\text{OCH}_3$ 代替生成 C, 为取代反应。

(3) 根据分析可知 D 的结构简式为 O=Cc1ccc(OCCOC)cc1; 其含有醛基, 可以和银氨溶液发生银镜反应。

(4) C 中含有 10 个 C 原子, 4 个 O 原子, 不饱和度为 5, 其同分异构体满足苯环上有 3 个取代基, 其中两个羟基处于间位, 则另外一个取代基含有 4 个 C, 2 个 O, 且含有一个双键, 能与饱和 NaHCO_3 溶液反应生成气体, 说明含有 $-\text{COOH}$, 则另一个取代基可以为 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ 、 $-\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{COOH}$, 两个羟基处于间位, 则该取代基有 3 个不同位置, 则同分异构体共 $5 \times 3 = 15$ 种, 核磁共振氢谱有 5 组峰, 峰面积之比为 6:2:2:1:1 的

结构简式为 Oc1cc(O)c(C(=O)O)cc1。

(5) 根据题目所给信息可知 c1ccc(C=O)cc1 可以和 CH_3OCH_3 在 KOH 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 的条件下合成 c1ccc(C=C(C)C)cc1, c1ccc(C)cc1 可以与氯气取代得到 c1ccc(CCl)cc1, 再水解可得 c1ccc(CO)cc1, 再被催化氧化可得 c1ccc(C=O)cc1, 据此写出合成路线。

(责任编辑 谢启刚)

2022年 高考化学模拟题四 参考答案

1. B 提示:玻璃属于无机非金属材料。

2. D 提示:分子中含有9个C原子、4个O原子,不饱和度为6,故分子式为 $C_9H_8O_4$,A项正确。分子中含有羧基可以与NaOH、 $NaHCO_3$ 反应,分子中含有酚羟基可以与NaOH反应,B项正确。分子中含有羟基和羧基均可以发生酯化反应,C项正确。苯环、碳碳双键及羧基中的碳氧双键均为平面结构,由于单键的旋转,分子中所有原子可能共平面,D项错误。

3. C 提示:石油裂化或裂解产生烯烃等不饱和烃,石油中不含烯烃等不饱和烃,A项错误。 NO_3^- 在有 H^+ 存在时表现强氧化性,可将 Na_2SO_3 氧化为 Na_2SO_4 ,B项错误。等浓度的 Na_2SiO_3 溶液的pH大于 Na_2CO_3 溶液的pH,说明 SiO_3^{2-} 水解程度大,即 SiO_3^{2-} 结合 H^+ 的能力强,C项正确。同时含有AgCl和AgBr沉淀的体系中 $c(Cl^-):c(Br^-)=K_{sp}(AgCl):K_{sp}(AgBr)$,温度一定该比值为定值,D项错误。

4. A 提示:由历程图可以看出氨气在催化剂表面的脱附是吸热过程,A项错误。由历程图中 $\frac{1}{2} mol N_2(g)$ 和 $\frac{3}{2} mol H_2(g)$ 的相对总能量与 $1 mol NH_3(g)$ 相对能量比较,可以看出该反应的 $\Delta H = -46 kJ \cdot mol^{-1}$,B项正确。反应过程中只涉及共价键的断裂与形成,C项正确。历程中需要越过的能垒越大,活化能越大,反应速率越慢,D项正确。

5. D 提示:W、Y、Z位于不同周期的短周期主族元素,则W为H元素,根据Y的成键特点,形成2个共价键,且是第二周期元素,故Y为O元素,Z为同周期主族元素中原子半径最大的元素,且是第三周期元素,故Z为Na元素,根据X元素原子序数比W大,比Y小,且形成4个共价键,判断X为C元素,即W、X、Y、Z分别为H、C、O、Na。

H、C、O可以组成多种有机酸和无机碳酸等,A项正确。非金属性越强,简单氢化

物的热稳定性越强, $H_2O > CH_4$,B项正确。Na可以和乙醇发生置换反应生成乙醇钠和氢气,C项正确。 O^{2-} 与 Na^+ 具有相同的核外电子排布,原子序数越大,半径越小,则 $O^{2-} > Na^+$,D项错误。

6. C 提示:电极B上发生的反应为 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} ,为氧化反应,电极B为阳极,A项错误。电极A上发生的电极反应为 $H_2O_2 + H^+ + e^- \longrightarrow \cdot OH + H_2O$,B项错误。由转化图结合化合价升降守恒知C项正确。根据得失电子守恒,每除去 $1 mol H_2PO_2^-$ 时,转移4 mol电子,电极B上消耗4 mol Fe^{2+} ,D项错误。

7. B 提示:溶液酸性越强 $c(H_2A)$ 及 $c(H^+)$ 越大,溶液碱性越强 $c(A^{2-})$ 及 (OH^-) 越大,则图中曲线分别代表的微粒如图1所示。

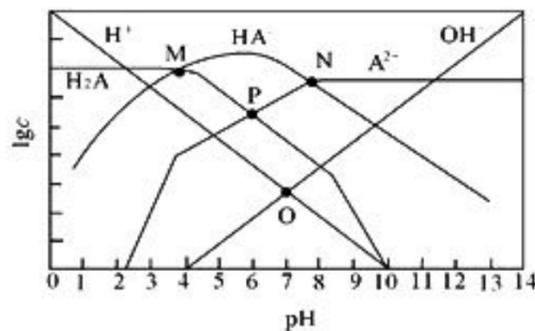


图1

则M点时, $c(H_2A) = c(HA^-)$, $pH = -\lg K_{a1}$,A项错误。P点时, $c(H_2A) = c(A^{2-})$,由于 $c(H_2A) + c(HA^-) + c(A^{2-}) = 0.1 mol \cdot L^{-1}$,则 $c(HA^-) + 2c(A^{2-}) = 0.1 mol \cdot L^{-1}$,B项正确。由图可知 $K_{a1} \approx 10^{-3.7}$, $K_{a2} \approx 10^{-8}$,NaHA溶液中存在 $HA^- \rightleftharpoons H^+ + A^{2-}$, $K_{a2} \approx 10^{-8}$,以及 $HA^- + H_2O \rightleftharpoons OH^- + H_2A$, $K_{h2} = \frac{K_w}{K_{a1}} \approx 10^{-10.3}$,故电离程度大于水解程度,溶液呈酸性,C项错误。溶液呈中性即 $pH = 7$ 时,由图像可以看出 $c(H_2A) < c(A^{2-}) < c(HA^-)$,D项错误。

8. (1)负(2分) NaOH(2分)

(2)冷凝回流(1分,填“冷凝”“冷却”“冷凝管”均不得分) “84”消毒液(1分) 烧杯

(1分) 玻璃棒(1分)

(3) NaClO 溶液和乙醇的浓度比较低,产生氯气的量少,现象不明显(2分,从“浓度低,反应速率慢”等角度回答均可得分)

(4) $2\text{NaClO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaCl} + \text{O}_2 \uparrow$ (2分,反应物、生成物正确得1分,配平得1分,反应条件、箭头等未注明扣1分)

(5) $2\text{NaClO} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cl}_2 \uparrow$ (2分,反应物、生成物正确得1分,配平得1分,箭头等未注明扣1分)

提示:(1)电解饱和食盐水生成 H_2 、 Cl_2 和 NaOH ,产生的 Cl_2 再与 NaOH 作用产生 NaClO ,则下方产生 Cl_2 上浮与 NaOH 反应效果更好,即下方为阳极,则 a 为电源的负极。 NaClO 在酸性条件下易分解, ClO^- 水解生成 OH^- ,故向其溶液中加入少量 NaOH 抑制其水解。

(2)仪器 a 是球形冷凝管,作用是冷凝回流,提高转化率。由于乙醛具有强还原性,可以被 NaClO 氧化,若直接将乙醇滴入“84”消毒液中,生成的乙醛易被进一步氧化,故应将“84”消毒液滴入乙醇中。稀释溶液在烧杯中进行,并用玻璃棒搅拌。

(3)实验①和②中,仪器 D 中不变色,说明产生的氯气少或没有产生氯气,原因是 NaClO 溶液和乙醇的浓度比较低,现象不明显。

(4) NaClO 不稳定,受热易分解,结合产物 O_2 ,容易得出方程式为 $2\text{NaClO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaCl} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(5)结合实验事实可知, NaClO 与 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 反应有乙醛和氯气生成,化学方程式为 $2\text{NaClO} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

9. (1)粉碎、加热、搅拌等(写出一个得1分,共2分)

(2)盐(1分,填“盐类”“碱式盐”均得分)

$2\text{FeSO}_4 + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnSO}_4 + \text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 + \text{Fe}(\text{OH})_3$ (2分,反应物、生成物正确得1分,配平得1分)

(3) CaSO_4 (2分)

(4) FeSO_4 (2分,填“ H_2SO_4 ”“ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ”均得分)

(5) 3.7×10^{22} (2分)

(6) 1.12 (3分)

提示:(1)提高浸出率,可采取的措施有适当升高温度,将软锰矿粉碎,以及搅拌等措施。

(2) $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$ 属于碱式盐;在该过程中 Fe 化合价由 +2 价升高至 +3 价,发生氧化反应,则 MnO_2 中的 Mn 被还原为 +2 价,根据“浸出”过程中有 $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 生成,容易得出方程式为 $2\text{FeSO}_4 + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnSO}_4 + \text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 + \text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

(3)“浸出”步骤加入 FeSO_4 ,中和除铁中加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,则两物质反应生成微溶性的 CaSO_4 。

(4)由流程图可知,中和除铁的滤渣中含有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,电解反应中生成 H_2SO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 H_2SO_4 以及 SO_2 反应生成 FeSO_4 ,所以本工艺流程可循环使用的物质为 FeSO_4 。

(5)“除铜”反应为 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnS}(\text{s}) = \text{CuS}(\text{s}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$, $K = \frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{Cu}^{2+})} =$

$$\frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MnS})}{K_{\text{sp}}(\text{CuS})} = 3.7 \times 10^{22}。$$

(6)由关系式 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \sim \text{SO}_2$ 知, $n(\text{SO}_2) = \frac{n[\text{Fe}(\text{OH})_3]}{2} = 50 \text{ mol}$, $V(\text{SO}_2) = 50 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1120 \text{ L} = 1.12 \text{ m}^3$ 。

10. (1) $-49.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2分,不带单位扣1分) II、III (各1分,共2分,错误不得分)

(2)低温、高压(2分,各1分,其他合理答案也给分)

(3)温度低于 $250 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,温度升高 CO_2 转化率增大,而甲醇选择性几乎不变;温度高于 $250 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,温度升高甲醇选择性降低(2分,其他合理答案也给分)

(4) 0.5 MPa (2分,不带单位扣1分)

$\frac{4}{27}(\text{MPa})^{-2}$ (3分, 不带单位不扣分)

(5) 增大(1分) 增大(1分)

提示:(1)由盖斯定律可知, (III) = (I) + (II), 则 $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2 = +40.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + (-90.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -49.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 气体分子数减小的反应为熵减小反应, 则反应II、III的 $\Delta S < 0$ 。

(2)反应(III)为气体分子数减小的放热反应, 降低温度、增大压强有利于平衡向正反应方向移动, 平衡转化率增大。

(3)由图可知, 当温度低于 250°C 时, 温度升高 CO_2 转化率增大, 而甲醇选择性略有减小, 总结果为甲醇的产率增大; 当温度高于 250°C 时, 温度升高虽 CO_2 转化率增大, 但甲醇选择性降低占主要地位, 甲醇产率减小。

(4)设起始 H_2 、 CO_2 、 N_2 的物质的量分别为 3 mol、1 mol、1 mol, 则

	$\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$			
起始/mol	1	3	0	0
转化/mol	0.5	1.5	0.5	0.5
平衡/mol	0.5	1.5	0.5	0.5

平衡时 $n_{\text{g}} = n(\text{H}_2) + n(\text{CO}_2) + n(\text{N}_2) + n(\text{CH}_3\text{OH}) + n(\text{H}_2\text{O}) = 4 \text{ mol}$ 。

$p(\text{CO}_2) = p(\text{CH}_3\text{OH}) = p(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.5}{4} \times 4 \text{ MPa} = 0.5 \text{ MPa}$ 。

$p(\text{H}_2) = \frac{1.5}{4} \times 4 \text{ MPa} = 1.5 \text{ MPa}$ 。

$K_p = \frac{p(\text{CH}_3\text{OH}) \times p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2) \times p^3(\text{H}_2)} = \frac{4}{27} (\text{MPa})^{-2}$ 。

(5)由初期阶段的速率方程 $r = k \times p(\text{CO}_2) \times p^3(\text{H}_2) \times (1 - K_p)$ 可知, 增加 CO_2 压强, r 增大; 该反应为放热反应, 升高温度, 平衡逆向移动, K_p 减小, $p(\text{CO}_2)$ 、 $p(\text{H}_2)$ 、 $(1 - K_p)$ 均增大, 故 r 增大。

11. (1) 11 (1分)

(2) ①配位键、共价键(1分, 错误不得分)

② $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ (2分)

③ sp^3 (2分) 乙二胺分子间可形成氢键(2分, 其他合理答案也给分)

(3)该晶体导电时, Na^+ 在电场作用下迁移到空位上, 形成电流(2分) I (2分)

(4) ① $(0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ (1分)

② $\sqrt[3]{\frac{251}{6.02 \times 10^{23} \rho}} \times 10^7$ (2分)

提示:(1)电子填充能级组有(1s)、(2s, 2p)、(3s, 3p)、(4s, 3d, 4p)、(5s, 4d, 5p)、(6s, 4f, 5d, 6p), 基态 Cu 原子的电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^1$, 最高能级组为(4s, 3d, 4p), 最高能级组电子数为 11。

(2) ①该配离子中存在的化学键有碳氢键、氮氢键、碳碳单键、碳氮单键等共价键, 此外四个氮原子与铜离子形成四条配位键。

②C、N、O 位于同周期, 第一电离能从左到右递增, 位于第VA族的元素 N 价电子排布式为 $2\text{s}^2 2\text{p}^3$, 2p 能级为半充满稳定结构, 所以 N 的第一电离能高于同周期相邻元素, 故第一电离能由大到小的顺序是 $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ 。

③根据价层电子对互斥理论, 乙二胺分子中氮原子周围有三对成键电子和一对孤电子, 价层电子对数为 4 对, 杂化方式为 sp^3 杂化; 乙二胺和三甲胺 $[\text{N}(\text{CH}_3)_3]$ 均属于胺, 均为分子晶体, 影响分子晶体熔沸点的因素为分子间氢键和范德华力, 乙二胺分子间可形成氢键, 而三甲胺分子间不能形成氢键。

(3)利用题干信息, 当温度升高时, NaCl 晶体出现缺陷, 此时图中方格位置没有 Na^+ , 当晶体导电时, Na^+ 在电场作用下迁移到空位上, 带电粒子定向移动, 增强晶体导电性, 所以晶体导电性大大增强; 图中 Na^+ 迁移到空格处, 有 I 和 II 两种路径, 由于在氯化钠晶体中两个相邻 Cl^- 之间的间隙小于 Na^+ 直径, 所以路径 II 对 Na^+ 的迁移起到空间位阻效应, 故应该通过途径 I。

(4) ①图中原子 A 的原子坐标为 (0, 0, 0), 所以 A 为坐标系的原点, 认为晶胞的边长相对长度为 1, 原子 B 位于面心, 所以 B 的原子坐标为 $(0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ 。

②均摊法计算该晶胞含有铜原子个数 = $6 \times \frac{1}{2} = 3$, 镍原子个数 = $8 \times \frac{1}{8} = 1$, 设 Ni 原子之间最短距离为 $a \text{ nm}$, 也就是晶胞的边长为 $a \text{ nm}$, 利用合金的密度 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 列出下

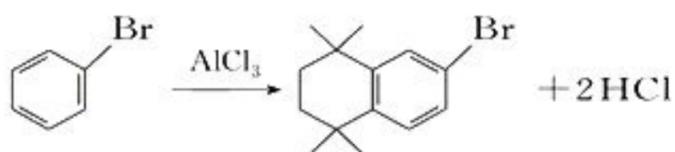
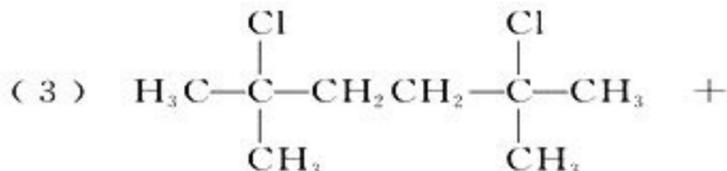
列等式:

$$\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3 + 59 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1}{N_A \text{ mol}^{-1} (a \text{ nm} \times 10^{-7} \text{ cm} \cdot \text{nm}^{-1})^3}$$

解得 $a = \sqrt[3]{\frac{251}{6.02 \times 10^{23} \rho}} \times 10^7$.

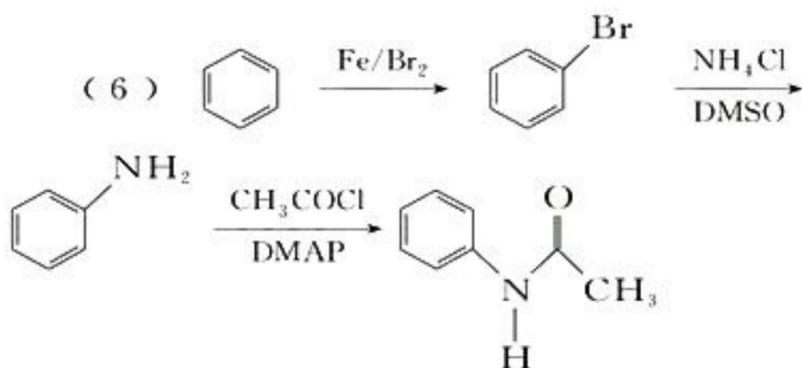
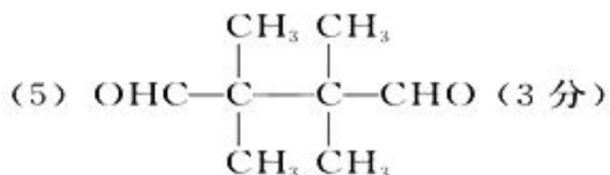
12. (1) 羧基、酰胺基(或酰胺键)(各1分,共2分)

(2) 2,5-二甲基-2,5-二氯己烷(或2,5-二氯-2,5-二甲基己烷)(2分)



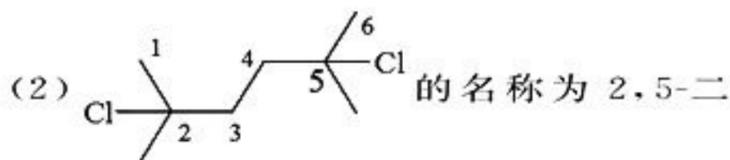
(3分,反应物、生成物正确得1分,配平得1分,反应条件未注明扣1分)

(4) 加成反应(1分) HCl(或SOCl₂、PCl₃等,1分)



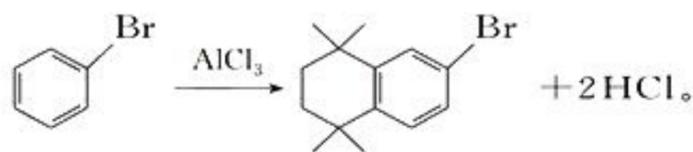
(3分,其他合理答案也给分)

提示:(1)由图中H的结构知,含有的官能团名称分别为羧基、酰胺基(或酰胺键)。



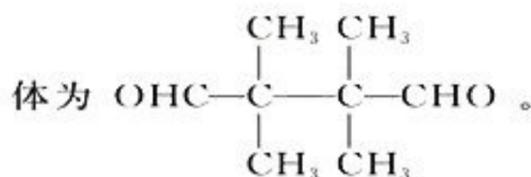
甲基-2,5-二氯己烷(或2,5-二氯-2,5-二甲基己烷)。

(3)对比D、溴苯及E的结构可知,D与溴苯发生取代反应,方程式为 $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Cl} +$

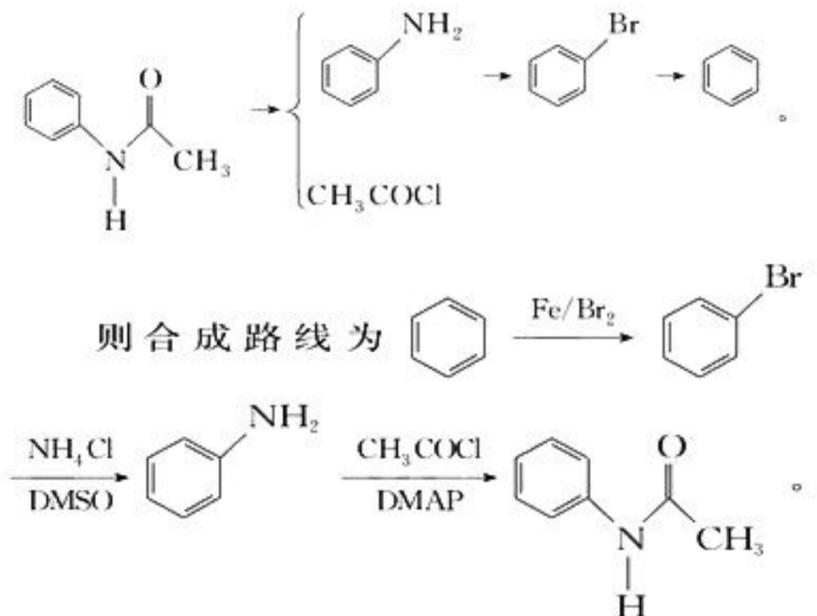


(4)A(C₂H₂)与 $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ 在碱性条件下发生加成反应生成B($\text{HO}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{OH}$);C向D的转化是将结构中的羟基转化为氯原子,则选择的试剂为HCl(或SOCl₂、PCl₃等)。

(5)能与新制Cu(OH)₂悬浊液反应,产生砖红色沉淀,则该物质中含有醛基(或甲酰氧基);核磁共振氢谱只有2组峰,说明该物质高度对称,符合上述条件的B的同分异构

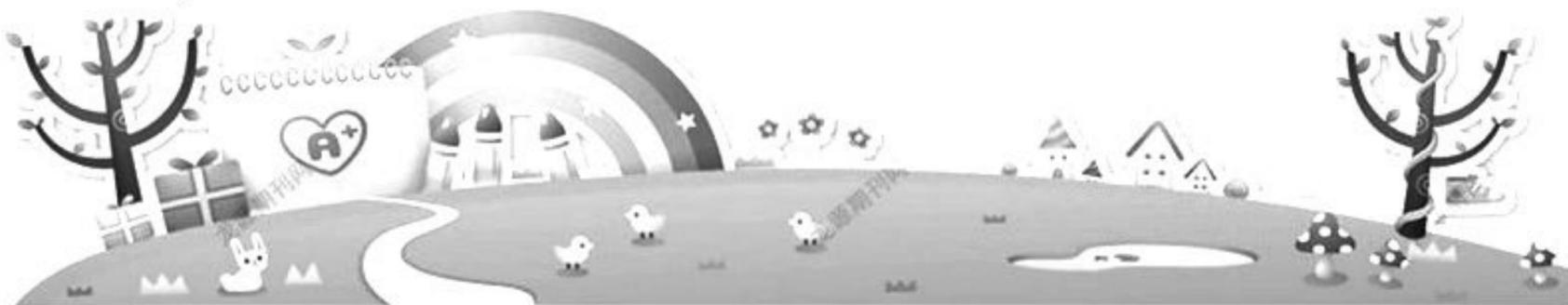


(6)结合流程信息,逆合成分析如下:



则合成路线为 $\text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow{\text{Fe}/\text{Br}_2} \text{C}_6\text{H}_4\text{Br} \xrightarrow{\text{NH}_4\text{Cl}/\text{DMSO}} \text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2 \xrightarrow{\text{CH}_3\text{COCl}/\text{DMAP}} \text{N}(\text{H})\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$ 。

(责任编辑 谢启刚)





公办全日制师范学校 68年办学历史

郑州幼儿师范高等专科学校

招生代码：6231



郑州幼儿师范高等专科学校坐落于河南省会郑州市，创建于1954年，校名由郭沫若先生所题写，是新中国成立后河南省第一所幼儿师范学校、全国第一批独立设置的七所幼儿师范学校之一，是第一批通过河南省教育厅办学水平综合评估且达到优秀等级的师范学校，是中国和联合国儿童基金会合作项目学校，是全国示范性职业教育集团（联盟）培育单位。学校是河南省幼儿教师培训中心、河南省学前融合教育发展支持中心，是河南省学前教育集团、郑州市学前教育集团和郑州市学前教育研究院牵头组建单位，是河南省幼儿园园长省级培训基地、河南省职业院校骨干教师培训基地、河南省职业院校“双师型”教师培养培训基地，是河南省教育学会幼儿教育专业委员会所在单位。

学校始终坚持社会主义办学方向，立足地方，面向全国，服务学前教育发展和地方经济社会建设，形成了以师范教育为主、非师范教育为辅、学前教育为引领、艺术教育为特色、各专业协调发展的专业体系。学校坚持培养德智体美劳全面发展、热爱学前教育事业的幼儿教师和其他应用型专门人才，致力于建成在学前教育领域有较大影响、在省内外起引领作用的高等专科学校。建校以来，学校为社会输送了近15万名合格的幼儿教师，培训各级各类在职幼儿教师14.5万人次，许多毕业生已成为园长、专家、骨干，在幼教工作中发挥着引领作用。

学校现有全日制在校生9000余人，开设有学前教育、早期教育、特殊教育、小学语文教育、小学英语教育、小学科学教育、体育教育、音乐教育、美术教育、舞蹈教育、音乐表演、舞蹈表演、艺术设计、旅游英语、计算机应用技术15个专业，在河南、山东、河北、甘肃、安徽、山西、贵州、陕西、宁夏、江西均有招生。学校与英国贝德福特大学合作举办学前教育专业和小学英语教育专业，与新西兰怀卡托理工学院合作举办音乐教育专业。

2019年，学校获得河南省省级优质专科高等职业院校认定。2020年，学前教育专业群入选河南省“双高”建设工程项目。学校办学条件优越，基础设施齐全，每个教室都配备有多媒体教学设备。现有钢琴702台，数码钢琴731台。建有市级重点实验实训中心2个，校内实训室285个，校外实习基地111个，附属幼儿园3所。

学校现有教职工436人，教授、副教授96人，具有硕士研究生学历、学位者238人，博士9人。学校现有（含非在编人员）河南省政府特殊津贴专家1人，河南省职业教育教学专家6人，河南省教育厅学术技术带头人16人，河南省优秀教师5人，河南省高等学校教学名师1人，河南省文明教师7人，郑州市职业教育教学专家4人。一批享誉社会各界的专家、学者在学校长期任教。

学校是河南省首批高等职业教育特色校，长期致力于河南省幼儿教育事业，时刻牢记培养幼教人才的职责使命，为建设具有幼教特色、国内一流的高职高专院校而不懈奋斗，获得了上级和同行的广泛认可。近年来，学校先后获得“全国师范教育先进单位”“全国教育系统巾帼建功先进单位”“河南省文明校园”“河南省首批高等职业教育特色校”“河南省普通大中专毕业生就业工作先进集体”“河南省平安校园”等荣誉。

学校地址：郑州市郑东新区郑开大道66号（象湖校区）

郑州市市民新村北街9号（杜岭校区）

联系电话：0371-60613008 66215318 66216002

网址：www.zyedu.org



学校官方微信



学校招就处官方微信





黄淮学院

HUANGHUAI UNIVERSITY

教育部应用技术大学改革战略研究试点院校
 全国首批深化创新创业教育改革示范高校
 全国创新创业典型经验高校
 河南省硕士学位授予重点立项建设单位
 河南省文明校园（标兵）单位
 河南省5G智慧校园试点高校
 河南省“三全育人”综合改革试点高校
 河南省高等教育质量社会满意高校
 国家级科技企业孵化器、国家级众创空间
 中国大学生创新创业产学研合作创新示范基地
 河南省大中专毕业生就业工作先进集体
 2020年度国内高质量就业示范高校

国家级一流专业：动画、计算机科学与技术

本科一批招生专业：计算机科学与技术

师范类专业：汉语言文学、英语、数学与应用数学、体育教育、
思想政治教育、美术学、音乐学

省级一流专业：电子信息工程、土木工程、软件工程、生物工程、
视觉传达设计、社会体育指导与管理、音乐表演、
会计学、思想政治教育、数学与应用数学、英语、
新能源科学与工程、计算机科学与技术、建筑学、
广播电视编导、化学工程与工艺、制药工程



黄淮学院是2004年经教育部批准设置的一所公办全日制普通本科高校，具有50年的办学历史。学校位于素有“豫州之腹地、天下之最中”美称的驻马店市。现为教育部应用技术大学改革战略研究试点院校、应用技术大学（学院）联盟副理事长单位、河南省首批示范性应用技术类型本科院校、河南省5G智慧校园试点高校、河南省硕士学位授予重点立项建设单位、河南省“三全育人”综合改革试点高校、河南省高等学校基层党组织建设先进单位、首届河南省文明校园（标兵）单位、2020年度国内高质量就业示范高校。

学校总占地面积2760亩，建有藏书丰富的图书馆、设施先进的体育中心、工程训练中心、大学生创新创业园及各类实验实训室，并拥有先进完善的教学实验设施。学校设有18个二级学院，全日制普通在校生2.1万人，现有教职工1615人，其中教授和副教授近600人，具有博士、硕士学位的教师887人，中原千人计划、河南省优秀专家、河南省特聘教授、河南省学术技术带头人、河南省教学名师等200余人，硕士研究生导师90名，并聘请300余名行业企业优秀人才担任兼职教师。学校现有本专科专业64个，涵盖理学、工学、管理学、经济学、文学、农学、教育学、艺术学、医学、法学等十大学科门类。

通讯地址：河南省驻马店市开源大道76号

邮政编码：463000

招生电话：0396-2853111 2853178



黄淮学院官方微信



黄淮学院招生在线

工程技术中心



文狮少年



藏书丰富的黄淮学院图书馆

国内发行代号：36-59
国外发行代号：C1068

国际标准连续出版物号：ISSN 1001-6953
国内统一连续出版物号：CN 41-1099/O

定价：12.00元



9 771001 695229