

华大新高考联盟 2020 届高三 4 月教学质量测评

理科综合能力测试参考答案和评分标准

生 物

1.【答案】A

【命题意图】本题主要考查细胞的结构和功能。意在考查细胞核的结构和功能。体现了生物学科核心素养中的生命观念。

【解析】内质网往内与外层核膜相连,往外与细胞膜相连,A 选项正确;在有丝分裂中期,核膜、核仁等已经解体消失,细胞核暂时消失,B 选项错误;rRNA 的合成与核仁有关,而蛋白质是在细胞质中的核糖体中合成的,C 选项错误;细胞核是遗传和代谢的控制中心,细胞代谢的主要场所是细胞质基质,D 选项错误。

2.【答案】D

【命题意图】本题主要考查细胞癌变与免疫调节的有关知识。意在考查获取信息的能力。体现了生物学科核心素养中的科学思维。

【解析】癌细胞彼此之间的黏着性显著降低,易在体内分散和转移,其原因是细胞膜上糖蛋白(粘连蛋白)减少,不是因为 T 蛋白和 M 蛋白的出现,A 选项错误;癌变细胞分裂能力增强,但失去了分化能力,B 选项错误;效应 T 细胞识别并清除癌细胞体现了免疫的监控和清除功能,C 选项错误;提高 H 蛋白的表达水平,效应 T 细胞识别癌细胞为“自己”,降低 M 蛋白的表达水平,癌细胞不易被效应 T 细胞所识别,因此二者都有利于癌细胞逃脱免疫监控,D 选项正确。

3.【答案】D

【命题意图】本题主要考查实验的有关知识和能力。意在考查实验的设计和探究能力。体现了生物学科核心素养中的科学探究。

【解析】在运用黑藻叶片探究植物细胞的吸水和失水的实验中,叶绿体的存在使原生质层呈现绿色,可以通过绿色部分(即原生质层)的变化观察质壁分离或质壁分离复原现象,因此叶绿体的存在有利于实验现象的观察,A 选项错误;在探究淀粉酶对淀粉和蔗糖的水解作用的实验中,蔗糖不管是否发生水解都不能使碘液变蓝,因此不可选用碘液对实验结果进行检测,应该选用斐林试剂进行检测,B 选项错误;在检测生物组织中的还原糖和检测生物组织中的蛋白质的实验中,均要使用 CuSO_4 溶液,但作用不相同,前者 CuSO_4 与 NaOH 反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 可与还原糖发生氧化还原反应,生成砖红色沉淀,后者 Cu^{2+} 在碱性条件下与蛋白质结合形成紫红色络合物,C 选项错误;在探究酵母细胞呼吸方式的实验中,有氧条件下酵母菌产生 CO_2 的速率较快,溴麝香草酚蓝水溶液由蓝变绿再变黄所需时间短,无氧条件下产生 CO_2 的速率较慢,溴麝香草酚蓝水溶液由蓝变绿再变黄所需时间长,因此可根据溴麝香草酚蓝水溶液变黄的时间长短,来检测 CO_2 的产生情况,D 选项正确。

4.【答案】B

【命题意图】本题主要考查基因的表达、碱基互补配对、中心法则及病毒增殖的有关知识。意在考查识图、获取信息及应用知识的能力。体现了生物学科核心素养中的生命观念、科学思维和社会责任。

【解析】由过程①和③可知,+RNA 能指导蛋白质的合成,而-RNA 不能,因此可判断+RNA 上有决定氨基酸的密码子,而-RNA 上没有,A 选项错误;过程②和④都要遵循碱基互补配对原则,过程②消耗的嘧啶核苷酸的数量与过程④消耗的嘌呤核苷酸的数量相等,B 选项正确;抗生素类药物主要作用于细菌,不能抑制病毒的增殖,C 选项错误;HIV 是逆转录病毒,增殖过程需要逆转录酶的作用,不需要 RNA 复制酶的作用,D 选项错误。

5.【答案】B

【命题意图】本题主要考查神经调节的相关知识。体现了生物学科核心素养中的生命观念和科学思维。

【解析】眼睛受到撞击产生金星四溅的感觉不属于反射,A选项错误;在反应1和反应2的反射弧中,体内都会发生兴奋的传导与传递,因此都会有电信号—化学信号—电信号的转变,B选项正确;在反应1的反射弧中,兴奋在神经纤维上发生的是单向传导,C选项错误;反应1的神经中枢位于脊髓与大脑皮层无关,反应2与大脑皮层有关,D选项错误。

6.【答案】B

【命题意图】本题主要考查遗传的基本规律及基因对性状的控制等知识。意在考查获取信息、分析信息及推理的能力。体现了生物学科核心素养中的科学思维。

【解析】图中显示基因通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而控制生物体的性状,除此之外,基因还能通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状,A选项正确;圆尾鱼的基因型为aa_ _ _ ,扇尾鱼的基因型为A_B_dd,三角尾鱼的基因型为A_bbdd或A_ _ _D_ ,两条圆尾鱼交配,即aa_ _ _ ×aa_ _ _ ,其后代均为圆尾鱼,只有发生了基因突变(基因重组不会产生),后代才会出现三角尾鱼,B选项错误;让一条圆尾鱼和一条扇尾鱼交配,即aa_ _ _ ×A_B_dd,例如,当为aaBBdd×AABBdd时,后代基因型种类数最少,为1种,当为aaBbDd×AaBbdd时,后代基因型种类数最多,为 $2 \times 3 \times 2 = 12$ 种,C选项正确;基因型均为AaBbDd的两条三角尾鱼交配,子代圆尾的比例为 $\frac{1}{4}$,扇尾的比例为 $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{9}{64}$,三角尾的比例为 $1 - \frac{16}{64} - \frac{9}{64} = \frac{39}{64}$,D选项正确。

29.【答案】每空2分,共10分

(1)类囊体薄膜 光能→ATP中活跃的化学能([H])

(2)①光合速率是呼吸速率的2倍 ②4.8 ③36

【命题意图】本题主要考查细胞代谢(光合作用和细胞呼吸)有关知识。意在考查获取信息、识图(曲线)和处理数据的能力。体现了生物学科核心素养中的科学思维和科学探究。

【解析】(1)分析题图可知,该结构发生水的光解和ATP的合成,因此该结构是叶绿体的类囊体薄膜,发生的能量变化是将光能转变为ATP(和NADPH)中活跃的化学能。

(2)①32℃时,暗处理1h后的重量变化是-4mg,说明呼吸速率是4mg/h,光照1h后与暗处理前的变化是0mg,说明此条件下光合速率是8mg/h,光合速率与呼吸速率的数量关系为光合速率是呼吸速率的2倍。

②据图中信息可知,26℃条件下,呼吸速率是1mg/h,光合速率是5mg/h,净光合速率为4mg/h。设在光照强度适宜且恒定、一昼夜恒温26℃条件下,至少需要光照x小时以上,该番茄幼苗才能正常生长。则有 $4x - 1 \times (24 - x) = 0$,可求出 $x = 4.8$ 。

③当光合速率为0时,光照1h后重量变化的值为暗处理1h后重量变化的2倍,因此在36℃时,该番茄幼苗不再进行光合作用。

30.【答案】除标注外,每空2分,共10分

(1)群落与它的无机环境相互作用而形成的统一整体

(2)生产者固定的太阳能和生活污水中有机物所包含的化学能

(3)直接(1分) 遗传(基因)(1分)

(4)B和C 能量流动时会逐级递减,生物B的营养级比生物E的低,能获得更多的能量,种群数量更多

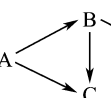
【命题意图】本题主要考查生态系统的概念、能量流动及生物多样性等。意在考查信息转化的能力。体现了生物学科核心素养中的科学思维和社会责任。

【解析】(1)生态系统是指群落与它的无机环境相互作用而形成的统一整体。

(2)流经梦湖生态系统的总能量是生产者固定的太阳能和生活污水中有机物所包含的化学能。

(3)梦湖与凤岗河一道形成一湾清水,在城中环绕,营造了“清波荡漾拂人醉,一城人家半城碧”的美妙景

色,令人流连忘返,这体现了生物多样性的直接价值(观赏价值)。湖中鳙鱼体色有差异,体现了生物多样性中的遗传多样性。

(4)根据能量金字塔简图转化的食物网为:。因此图中具有捕食和竞争关系的生物是 B 和 C。

在自然界中,一般情况下生物 B 的种群数量比生物 E 的多,从生态系统的能量流动特点分析,原因是能量流动时会逐级递减,生物 B 的营养级比生物 E 的低,能获得更多的能量,种群数量更多。

31.【答案】除标注外,每空 1 分,共 9 分

(1)②③(2 分) 高 人体饥饿时,胰岛 A 细胞产生胰高血糖素(肾上腺细胞产生肾上腺素),作用于肝细胞,促进肝糖原分解为葡萄糖(和非糖物质转化为葡萄糖),释放到血液中(2 分)

(2)①②③(2 分)

(3)淋巴 E

【命题意图】本题主要考查内环境及其稳态、血糖平衡及调节等相关知识。意在考查识图、模型分析及分析与解决问题的能力。体现了生物学科核心素养中的生命观念和科学思维。

【解析】(1)若 G 细胞是肝细胞,则 c 可表示肝细胞的代谢产物、代谢废物等。当血糖偏低时,肝细胞中肝糖原会分解成葡萄糖进入血液,肝糖原不会从肝细胞中排出。尿素是肝细胞的一种代谢废物。氧气可进入肝细胞并在肝细胞消耗。人体饥饿时,胰岛 A 细胞产生胰高血糖素(肾上腺细胞产生肾上腺素),作用于肝细胞,促进肝糖原分解为葡萄糖(和非糖物质转化为葡萄糖),释放到血液中,因此,图甲中与 α 端相比, β 端的血糖浓度更高。

(2)若 G 细胞是胰岛 B 细胞,在血糖平衡调节中,胰岛 B 细胞膜上有神经递质受体和胰高血糖素受体,血糖浓度也可以影响胰岛素的分泌。

(3)分析图乙可知,A 为血浆,B 为组织液,D 为淋巴,C 为组织细胞的细胞内液,E 为血细胞的细胞内液。血红蛋白存在于血细胞的细胞内液。

32.【答案】共 10 分

(1)紫花(2 分)

(2)①不定向性和随机性(2 分)

②杂交方案:将突变体甲与野生型大豆杂交获得 F_1 ,再将 F_1 与突变体乙杂交得 F_2 ,观察并统计 F_2 雄性可育与雄性不育的比例。(2 分)

结果预期与结论:若 F_2 中均为雄性可育,说明这两种突变体是由不同基因突变所致。(2 分)

若 F_2 中雄性可育:雄性不育=1:1,说明这两种突变体是由同一基因突变所致。(2 分)

[或杂交方案:将突变体甲、突变体乙分别与野生型大豆杂交获得 $F_{甲1}$ 、 $F_{乙1}$,再将 $F_{甲1}$ 与 $F_{乙1}$ 杂交得 F_2 ,观察并统计 F_2 雄性可育与雄性不育的比例。(2 分)

结果预期与结论:若 F_2 中均为雄性可育,说明这两种突变体是由不同基因突变所致。(2 分)

若 F_2 中雄性可育:雄性不育=3:1,说明这两种突变体是由同一基因突变所致。(2 分)]

【命题意图】本题主要考查遗传的基本规律、基因突变的特点及遗传实验的设计等。意在考查相对性状中显隐性的判断,对基因突变特点的理解,遗传与变异的分析推理、实验设计与探究的能力。体现了生物学科核心素养中的科学思维和科学探究。

【解析】(1)由题意具有相对性状的两个亲本杂交, F_1 再自交, F_2 中紫花:红花=3:5,可推知,亲本为 $Aa \times aa$ 类型, F_1 为 $\frac{1}{2}Aa$ 、 $\frac{1}{2}aa$,进而可知紫花为显性性状。

(2)诱变可以使同一基因往不同的方向突变,这体现了基因突变的不定向性,也可使不同的基因突变,这体现了基因突变的随机性。

将突变体甲与野生型大豆杂交获得 F_1 ,再将 F_1 与突变体乙杂交得 F_2 ,观察并统计 F_2 雄性可育与雄性不

育的比例,即可得出结论。

(或将突变体甲、突变体乙分别与野生型大豆杂交获得 $F_{甲1}$ 、 $F_{乙1}$,再将 $F_{甲1}$ 与 $F_{乙1}$ 杂交得 F_2 ,观察并统计 F_2 雄性可育与不育的比例,即可得出结论。)

37.【答案】除标注外,每空 2 分,共 15 分

I. 毛霉(1 分) 毛霉将豆腐中的蛋白质分解成小分子的肽和氨基酸,将脂肪水解为甘油和脂肪酸

II. (1)绝大多数微生物因无法适应缺氧、呈酸性的发酵环境而被抑制 包埋

(2)过程③中的微生物为兼性厌氧型,而过程④中的微生物为需氧型

(3)石灰水 未经浸泡的样品 Na_2SO_4

【命题意图】本题主要考查腐乳、果汁和果酒制作的基础知识。体现了生物学科核心素养中的生命观念和科学探究。

【解析】I. 制作腐乳的发酵过程中,起主要作用的是毛霉。毛霉分泌的蛋白酶能将豆腐中的蛋白质分解成氨基酸和小分子的肽,脂肪酯可将脂肪水解为甘油和脂肪酸,从而利于消化吸收。

II. (1)在过程③中不用灭菌一般也不会受到杂菌的污染,其原因是绝大多数微生物因无法适应缺氧、呈酸性的发酵环境而被抑制。如需反复使用酵母菌,常用包埋法来固定酵母细胞。

(2)③是酒精发酵,④是醋酸发酵。酒精发酵所利用的微生物是酵母菌,为兼性厌氧型微生物;醋酸发酵所利用的微生物是醋酸菌,为需氧型微生物。

(3)提取橘皮精油时,将橘皮干燥,并用石灰水浸泡,可以提高出油率。可将未浸泡的样品作为空白对照来探究浸泡时间对出油率的影响。提取玫瑰精油过程中加入无水 Na_2SO_4 ,可除去分离的油层中含有的水分。提取橘皮精油过程中加入 $NaHCO_3$ 和 Na_2SO_4 ,是为了让橘皮油易与水分离。

38.【答案】除标注外,每空 2 分,共 15 分

(1)构建基因表达载体 显微注射法(1 分)

(2)能在膀胱上皮细胞中特异性表达的基因的启动子

(3)减数第二次分裂中期的卵母细胞 动物体细胞核具有全能性

(4)桑椹胚或囊胚 ③

(5)受体对移入子宫的外来胚胎基本不发生免疫排斥反应(为胚胎在受体内存活提供了可能)

【命题意图】本题主要考查基因工程、克隆技术和胚胎工程的基础知识。体现了生物学科核心素养中的科学思维和社会责任。

【解析】(1)在基因工程的“四步曲”中,核心步骤是第二步——构建基因表达载体。转化动物细胞最常用的方法的显微注射法。

(2)为使目的基因在相应细胞中表达,在构建基因表达载体时,应在目的基因前加入相应受体细胞中的启动子,因此为使人白蛋白基因能在转基因羊的膀胱上皮细胞中特异性表达,应该在目的基因前插入膀胱上皮细胞中特异性表达的启动子。

(3)B 要去核而构建重组细胞,因此 B 为处于减数第二次分裂中期的次级卵母细胞。②表示的技术是体细胞核移植,其原理是动物细胞核具有全能性。

(4)C 为能移植的胚胎,一般为桑椹胚或囊胚。胚胎工程技术的“最后一道工序”是胚胎移植,即图中③。

(5)早期胚胎能在受体子宫内存活的生理学基础是受体对移入子宫的外来胚胎基本不发生免疫排斥反应(为胚胎在受体内存活提供了可能)。

化 学

7.【答案】D

【命题意图】以生产、生活中常见材料的化学组成为载体考查考生的理解与辨析能力。

【解析】越王勾践剑的铸造材料主要是铜锡合金,A项正确。青花瓷的制作原料主要是黏土,其主要成分是硅酸盐,B项正确。竹纤维是以毛竹为原料制成的,主要成分为纤维素,C项正确。石墨烯是一种由碳原子构成的二维纳米材料,并不是有机高分子材料,D项错误。

8.【答案】A

【命题意图】以抗病毒药物扎那米韦分子中的羧基、羟基、碳碳双键和酰胺键为载体考查考生的化学分析与推测能力。

【解析】扎那米韦分子中含羧基、羟基和酰胺键等官能团,可以与蛋白质分子中 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 、



等官能团形成氢键,A项正确。分子中含有碳碳双键,可以和溴的四氯化碳溶液发生加成反应而使其褪色,B项错误。分子中 $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \parallel \quad | \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$ 水解生成乙酸而不是乙醇,C项错误。分子中有两种羟基,

其中 $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ -\text{CH}- \end{array}$ 不能被氧化为羧基,而 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 可以被氧化为羧基,D项错误。

9.【答案】C

【命题意图】以新型锌-空气蓄电池中涉及的化学概念为载体考查考生的理解与辨析能力。

【解析】对锌-空气蓄电池进行初步分析:锌与空气中的氧气反应属于自发的氧化还原反应,锌是还原剂,氧气是氧化剂,那么放电时氧气将锌氧化,充电时生成锌和氧气;结合示意图,锌被氧化为 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$,所以这是电池放电时的工作示意图。放电时电池正极为过渡金属碳化物,发生的反应为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$,A项错误。充电时锌板上发生的反应为 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{OH}^-$,锌板上发生还原反应并生成 OH^- ,锌板作为阴极,锌板附近溶液碱性增强,B项错误。过渡金属碳化物作为电池的正极,除了导电外,还有吸附 O_2 、催化 O_2 反应等作用,C项正确。因为22.4 mL O_2 没有标明是在什么状况下的,所以无法计算 O_2 的物质的量,D项错误。

10.【答案】A

【命题意图】以中学常见物质之间的转化关系为载体考查考生的归纳与论证能力。

【解析】通入混合气体一段时间后,排除了装置中空气的影响,“碘水褪色并检验出 SO_4^{2-} ”说明洗气瓶内发生了自发的氧化还原反应: $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-}$, SO_2 为此反应的还原剂, I^- 为还原产物,所以还原性: $\text{SO}_2 > \text{I}^-$,A项正确。浓氨水逐滴加到生石灰中产生 NH_3 ,主要是因为 CaO 有强吸水性且吸水时放出大量的热,溶剂减少和温度升高均有利于 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解逸出 NH_3 ,与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的碱性相对强弱无关,B项错误。量筒内气体颜色变浅,量筒内液面上升,可能是由于氯气溶解于水而产生的,不能说明甲烷和氯气发生了取代反应,C项错误。焦炭和二氧化硅需要在电炉高温下才能发生反应,而且玻璃管内并未排尽空气,所以加热一段时间后产生的 CO_2 可能是焦炭与空气反应生成的,并不能说明焦炭与二氧化硅发生了化学反应,D项错误。

11.【答案】C


【命题意图】通过对常见元素的推断和元素周期律的应用考查考生的分析与推测能力和归纳与论证能力。

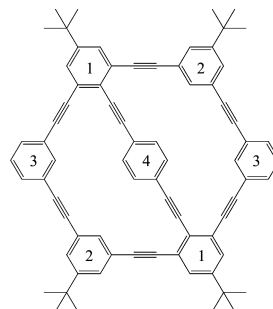
【解析】推断的突破口在“由V、X和Y组成的一元强碱”,结合“V、W、X、Y和Z是原子序数依次递增的短周期元素”,所以“由V、X和Y组成的一元强碱”为 NaOH ,V为氢、X为氧、Y为钠,X、Z同主族,所以Z为硫。短周期元素中化学式为 WZ_2 的液体化合物最有可能为 CS_2 ,而 Y_2WZ_3 则为 Na_2CS_3 。原子半径

大小顺序为 $\text{Na} > \text{S} > \text{O}$, 即 $Y > Z > X$, A 项错误。碳元素的非金属性弱于氧元素, B 项错误。化合物 Na_2CS_3 中硫元素为 -2 价, 是硫元素最低价, 故应该具有较强的还原性, C 项正确。盐的氧化性并不是只由阳离子决定, 而是要结合阴离子全面考虑, 某些钠盐也具有强氧化性, 如 NaMnO_4 、 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 等, D 项错误。

12. 【答案】D

【命题意图】通过有机化合物的组成与结构考查考生的分析与推测能力。

【解析】M 是含有苯环的烃, 属于芳香烃, A 项正确。M 分子中碳原子个数为 $6 \times 7 + 4 \times 4 + 2 \times 8 = 74$ (7 个苯环 + 4 个叔丁基 + 8 个碳碳三键), M 分子不饱和度为 $4 \times 7 + 2 \times 8 + 1 \times 2 = 46$ (7 个苯环 + 8 个碳碳三键 + 2 个环), M 分子中所含氢原子数为 $74 \times 2 + 2 - 46 \times 2 = 58$, B 项正确。M 中的苯环可以分为 4 类 (如图所示), 1 号苯环上的一氯代物有 2 种, 2 号苯环上的一氯代物有 3 种, 3 号苯环上的一氯代物有 4 种, 4 号苯环可自由旋转, 所以一氯代物只有 1 种, 共 10 种, C 项正确。M 分子中含有叔丁基 (结构为 ) , 3 个甲基中最多只有 1 个甲基和苯环在同一平面上, D 项错误。



13. 【答案】C

【命题意图】以氯化钙与碳酸钠溶液的反应和难溶电解质的溶解平衡为载体考查考生的归纳与论证能力。

【解析】由图可知, a 点对应的溶液导电能力急剧下降, 说明 Ca^{2+} 开始形成沉淀; 而溶液中 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 分别来源于 CaCl_2 溶液和 Na_2CO_3 溶液, CaCO_3 形成沉淀时 $c(\text{Ca}^{2+})$ 和 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 不一定相等, A 项错误。原溶液中 $n(\text{Ca}^{2+}) = 120 \text{ mL} \times 0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.6 \text{ mmol}$, 要使 Ca^{2+} 完全沉淀, 需要 Na_2CO_3 溶液的体积为 $\frac{0.6 \text{ mmol}}{0.1 \text{ mmol} \cdot \text{mL}^{-1}} = 6 \text{ mL}$, 向 b 点对应的溶液中加入 Na_2CO_3 溶液的体积小于 6 mL , 不能使 Ca^{2+} 全部沉淀, 电荷守恒式为 $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$, B 项错误。理论上 Ca^{2+} 开始形成沉淀时, $c(\text{CO}_3^{2-}) \approx \frac{3.36 \times 10^{-9}}{5.0 \times 10^{-3}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 加入 Na_2CO_3 溶液的体积约为 $\frac{10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 120 \text{ mL}}{0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 10^{-2} \text{ mL}$, 即 1 滴 Na_2CO_3 溶液就能使 $Q_c(\text{CaCO}_3) > K_{sp}(\text{CaCO}_3)$, 而向 a 点对应的溶液加入 Na_2CO_3 溶液的体积为 2.2 mL , 可判断 CaCO_3 在溶液中存在过饱和现象, C 项正确。不忽略 CO_3^{2-} 水解的情况下, 在加入 Na_2CO_3 溶液后没有沉淀析出, 溶液 pH 变大; 析出 CaCO_3 时, 溶液 pH 突然变小; 在 Ca^{2+} 完全沉淀之前, 混合溶液 pH 几乎不变; 当所有 Ca^{2+} 转化为 CaCO_3 沉淀后, 继续滴加 Na_2CO_3 溶液, 溶液 pH 变大, 直至与碳酸钠溶液的 pH 几乎相同, 忽略 CO_3^{2-} 水解的情况下, 水溶液的 pH 不发生变化, D 项错误。

26. 【答案】(1) $2\text{Sn} + 4\text{HF} + \text{O}_2 \xrightarrow{60 \sim 80^\circ\text{C}} 2\text{SnF}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分, 不写条件扣 1 分, 条件写“ $60 \sim 80^\circ\text{C}$ ”或“ Δ ”均得分)

(2) 溶液由(天)蓝色变为无色 (1 分) 94.9 (2 分)

(3) ① II (1 分) ② 持续通氮气 (1 分) 添加 Sn (1 分) ③ 蒸发浓缩 (1 分) 冷却结晶 (1 分)

(4) ① 增大反应物间的接触面积, 使反应接触更充分 (2 分) ② B (2 分)

【命题意图】通过阅读制备 SnF_2 的实验方案, 考查考生的理解与辨析能力; 通过制备 SnF_2 的实验现象分析, 考查考生的分析与推测能力; 通过实验方案的完善, 考查考生的探究与创新能力。

【解析】本题以制备 SnF_2 的几种方案为背景, 综合考查实验原理设计、简单的化学计算、实验装置设计、实验过程中三废处理等内容; 四个实验方案都是围绕金属的性质展开的: 金属与酸反应、金属之间的置换反应、金属氧化物与酸反应、金属氧化物的热还原。通过这四个实验方案的对比, 多角度考查考生对金属的性质和实验基本知识的掌握程度。

(1) 由题干提供的信息可知反应物含 Sn 和 HF, 由于 Sn 在金属活动性顺序中排在 Fe 后, 且 HF 为弱酸,

所以 Sn 和 HF 反应速率较慢,通入空气的目的是提供 O₂,加快 SnF₂ 的生成速率,所以该过程的化学反应方程式为 $2\text{Sn} + 4\text{HF} + \text{O}_2 \xrightarrow{60\sim 80^\circ\text{C}} 2\text{SnF}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2)利用 CuF₂ 溶液(蓝色)与 Sn 反应制备 SnF₂(SnF₂ 为无色固体),在反应过程中溶液蓝色会逐渐褪去。当溶液变为无色时,Cu²⁺ 完全被置换出来,反应结束,所以判断反应结束的现象是溶液蓝色完全褪去。

10.2 g CuF₂ 为 0.1 mol, 15.0 g Sn 为 0.126 mol > 0.1 mol,根据方程式 $\text{Sn} + \text{CuF}_2 = \text{SnF}_2 + \text{Cu}$ 可知 Sn 过量,使用 $n(\text{CuF}_2)$ 进行计算得 SnF₂ 的理论产量为 14.9 g,所以 SnF₂ 的产率 = $\frac{14.9\text{ g}}{15.7\text{ g}} \times 100\% \approx 94.9\%$ 。

(3)①对比四个实验装置图,只有“长进短出”的装置 II 能达到持续通入 N₂ 的目的。

②持续通入 N₂ 可将装置内空气除尽,防止空气中的 O₂ 将 Sn²⁺ 氧化为 Sn⁴⁺;加入 Sn 能防止 Sn²⁺ 在反应过程中被氧化为 Sn⁴⁺。所以持续通氮气和添加 Sn 都可保证获得纯度较高的 SnF₂。

③反应结束后得到 SnF₂ 溶液和剩余的 Sn、SnO 的混合物,所以先进行过滤将剩余固体滤去,然后将溶液蒸发浓缩、冷却结晶得到潮湿的 SnF₂ 固体,在真空干燥器中干燥(真空条件下干燥温度较低,可以避免 SnF₂ 损失)即可得到干燥的 SnF₂。此处不能使用蒸发结晶的原因是 SnF₂ 的熔、沸点较低,蒸发结晶过程中可能会因局部温度过高导致 SnF₂ 损失。另外,在冷却结晶后并没有过滤,而是直接真空干燥,是因为反应后所得溶液中只有一种溶质(SnF₂),且 SnF₂ 的溶解度很大,剩余水分的量非常少,可直接通过真空干燥除去。

(4)①固体与气体之间的异相反应,往往由于气体和固体的接触面积小、接触时间短而反应不充分,添加不参与反应的辅料能增加固体与气体之间的接触面积,使反应更充分,从而提高气体反应物的利用率。

②反应尾气中 CO 含量较低(<10%)且含大量 CO₂,无法直接使用点燃的方法除去,可以使用收集或除去 CO₂ 后再点燃的方式处理。

27.【答案】(1)密度(2分,填“比重”、“电导率”或“酸度”也可得分)

(2) $\text{MnO}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$ 、 $2\text{FeS} + 3\text{MnO}_2 + 12\text{H}^+ = 2\text{S} + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ (写出其中 2 个即可,1 个 2 分,共 4 分)

(3)Fe(OH)₃(1分) 减少“浸取”步骤中原料的消耗量,降低成本(2分)

(4)加入适量硫酸后循环至“浸取”操作中或蒸发浓缩后调节溶液 pH(3分,回答“循环利用”或“蒸发浓缩”,可得 1分)

(5)MnSO₄ 或硫酸锰(1分) NiSO₄ 或硫酸镍(1分)

【命题意图】通过阅读相关信息,考查考生的理解与辨析能力;通过对工艺流程图中相关物质的推断,考查考生的分析与推测能力和归纳与论证能力。

【解析】本题涉及的工艺流程可以分为两部分,得到“滤液 II”之前是第一部分,主要任务是金属硫化物的溶解和“固硫”,所以第一部分的核心环节就是“浸取”。在“浸取”过程中,除了粉碎后的电解废渣外,还加入了 MnO₂、铁粉和稀硫酸,稀硫酸用于金属硫化物的溶解,而 MnO₂ 是常用氧化剂,用于氧化体系中的某些成分,后续步骤中有“调节 pH 为 3.2 后过滤”,这一步是将 Fe³⁺ 转化为 Fe(OH)₃ 沉淀,而通过“淡黄色固体”可以推断出为 S,所以 MnO₂ 在“浸取”过程中应该将 S²⁻ 和 Fe²⁺ 氧化。

第二部分的主要目的是完成 Mn²⁺、Co²⁺ 和 Ni²⁺ 的分离,这里所使用的金属离子的分离方法不是常见的分步沉淀,而是“萃取-反萃取”的方法。因为只能明确硫酸镍从哪里分离出来,硫酸锰和硫酸钴均不确定,所以需要考生根据 P204 和 P507 对不同金属离子的萃取能力的数据进行判断。从曲线图可以看出 P507 对 Mn²⁺ 和 Co²⁺ 是无选择性的,而 P204 在 pH=3.2 时对 Mn²⁺ 的萃取效率远高于 Co²⁺,所以 P204 用于萃取 Mn²⁺,P507 用于萃取 Co²⁺。

(1)溶液的某些物理性质会随溶液浓度的变化而变化。本工艺中对稀硫酸的浓度要求范围比较广且精度低,可以通过测定稀硫酸的某些物理量代替滴定分析以确定稀硫酸的浓度。最简单、快速的方法就是测

定稀硫酸的密度,20℃时硫酸溶液密度和浓度之间的关系见下表:

密度/ $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$	1.03	1.06	1.09	1.12
质量分数/%	4.75	9.13	13.4	17.4
物质的量浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	0.5	1.0	1.5	2.0

除了测定密度外,通过测定稀硫酸的电导率也可以估算稀硫酸的浓度。因为 $0.5 \sim 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硫酸中 $c(\text{H}^+)$ 为 $1.0 \sim 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,已经超出pH试纸或pH计的测量范围,所以测定pH并不适合本工艺中稀硫酸浓度的确定。

(2)“浸取”过程中铁元素涉及Fe与 H^+ 反应、 Fe^{2+} 被 MnO_2 氧化和 S^{2-} 被 Fe^{3+} 氧化等氧化还原反应,所以铁元素涉及的氧化还原反应有 $\text{MnO}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$ 、 $2\text{FeS} + 3\text{MnO}_2 + 12\text{H}^+ = 2\text{S} + 3\text{Mn}^{2+} + 3\text{Fe}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。

(3) Fe^{3+} 并不是本工艺最终需要的产物,而且从萃取剂的萃取能力曲线中可以看出, Fe^{3+} 的存在会严重影响金属离子的萃取效率,故调节pH为3.2后过滤得到的滤渣应该为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。 Fe^{3+} 能氧化 S^{2-} ,所以将滤渣用稀硫酸溶解后循环至“浸取”中,能节省“浸取”过程中原料用量,降低生产成本。

(4)提高“滤液Ⅱ”中的金属离子含量可以从两个角度考虑:一是降低溶剂的含量,即对“滤液Ⅱ”进行蒸发浓缩,但只进行蒸发浓缩必定会导致溶液pH降低,pH过低会影响P204和P507的萃取效率,所以蒸发浓缩后还需要调节pH;二是增加溶质的含量,即将“滤液Ⅱ”循环至“浸取”步骤中,但由于“滤液Ⅱ”的酸度不够(流程中稀硫酸浓度在 $0.5 \sim 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,而“滤液Ⅱ”的pH高达3.2),所以在循环之前需要往其中加入适量的硫酸。

(5)从P204和P507在不同pH下萃取能力的曲线图可以看出,在pH=3.2的情况下,P204优先萃取 Mn^{2+} ,P507优先萃取 Co^{2+} ,故加入P204时 Mn^{2+} 被萃取出来,再加入P507时只能将 Co^{2+} 萃取出来。

28.【答案】(1) $2\text{HCl}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \quad \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$ (2分,条件写上CuO不扣分)

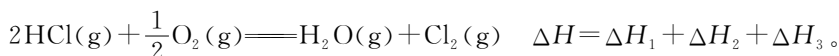
(2)① $\frac{1}{2}c_1V_1 \times 10^{-3}$ (2分) ②0.56(2分) ③ $\frac{1}{2400}$ (2分) ④ $>$ (2分)

(3)① $>$ (2分)

②随着 $\frac{m(\text{催化剂})}{q(\text{HCl})}$ 增大, N_2 含量增加, $\text{HCl}(\text{g})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和 Cl_2 的浓度均减小,使反应体系的浓度商 $Q = \frac{c^2(\text{H}_2\text{O}) \cdot c^2(\text{Cl}_2)}{c^4(\text{HCl}) \cdot c(\text{O}_2)} > K$,平衡逆向移动, $\alpha(\text{HCl})$ 减小(3分)

【命题意图】以HCl的催化氧化过程中涉及的反应速率和化学平衡问题考查考生的理解与辨析能力、归纳与论证能力和探究与创新能力。

【解析】(1)根据盖斯定律,结合催化循环图中信息可以得出该过程的热化学方程式为



(2)①根据题中提示的离子方程式 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ 可以得到如下关系式: $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \sim \text{I}_2 \sim \text{Cl}_2$,所以 $n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{2}n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{1}{2}c_1V_1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。

② $\frac{m(\text{催化剂})}{v(\text{HCl})} = 50 \text{ g} \cdot \text{min} \cdot \text{mol}^{-1}$ 即HCl的流速为 $\frac{1}{50} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,而 $\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{O}_2)} = 4$ 即 O_2 的流速为

$\frac{1}{4}v(\text{HCl}) = \frac{1}{200} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,气体总流速为 $\frac{1}{40} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,所以每分钟流经催化剂的气体体积

为 $V_m \times \frac{1}{40} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 1 \text{ min} = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{1}{40} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 1 \text{ min} = 0.56 \text{ L} \cdot \text{g}^{-1}$ 。当催化剂的质量为 1 g 时,每分钟流经的气体体积为 0.56 L。

$$\begin{aligned} \textcircled{3} v(\text{O}_2) &= \frac{1}{4} v(\text{HCl}) = \frac{q(\text{HCl})}{m(\text{催化剂})} \times \alpha(\text{HCl}) \times \frac{1}{4} = \frac{1}{200} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 33.3\% \times \frac{1}{4} \\ &= \frac{1}{2400} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \end{aligned}$$


④由图中可以得出条件 I 时的 HCl 转化率大于条件 II 时的 HCl 转化率, HCl 的流速是相同的, HCl 转化率越大, 反应速率越快, 所以 $v_I > v_{II}$ 。

(3) ①由图中数据可知, 当 $\frac{m(\text{催化剂})}{q(\text{HCl})}$ 相同时, 温度越高 HCl 平衡转化率越小, 可推出 HCl 催化氧化反应的 $\Delta H < 0$, 所以 $K_{360} > K_{400}$ 。

②在一定温度下随着 $\frac{m(\text{催化剂})}{q(\text{HCl})}$ 增大, 通过催化剂的混合气体中 HCl 和 O_2 的量变少, N_2 的量变多, 相当于反应物和生成物的浓度同时变小相同倍数, 根据浓度商(Q)的表达式 $\frac{c^2(\text{H}_2\text{O}) \cdot c^2(\text{Cl}_2)}{c^4(\text{HCl}) \cdot c(\text{O}_2)}$, 若各物质浓度变小相同倍数时, 会使 Q 大于 K, 此时平衡会逆向移动, HCl 的平衡转化率变小。

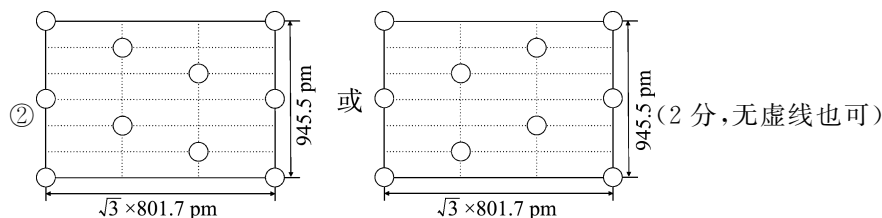
35. 【答案】(1) C > E > D > A > B 或 C、E、D、A、B (2 分)

(2) 角形或 V 形 (1 分) sp^3 杂化 (1 分)

(3) ①  (1 分) ② 10.0 (9.4 ~ 10.7 之间任一数值均可, 2 分)

③ $\text{H}_3\text{N}-\text{BH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{BO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ [NH_4BO_2 写成 $\text{NH}_4\text{B}(\text{OH})_4$ 亦可, 2 分]

(4) ① 18 (2 分)




$$\textcircled{3} \frac{54 \times 6}{6.02 \times 801.7^2 \times 945.5 \times \sin 60^\circ} \times 10^7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \text{ 或 } \frac{54 \times 6}{6.02 \times 801.7^2 \times 945.5 \times \frac{\sqrt{3}}{2}} \times 10^7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \text{ (2 分)}$$

【命题意图】以复合储氢材料的组成、结构和性质为载体考查考生的分析与推测能力。

【解析】(1)理论上单位质量复合氢化物的储氢能力即为复合氢化物中氢元素的质量分数: $\text{Mg}(\text{NH}_2)_2$ 中 H% 为 $\frac{4}{56}$ 、 NaNH_2 中 H% 为 $\frac{2}{39}$ 、 $\text{H}_3\text{N}-\text{BH}_3$ 中 H% 为 $\frac{6}{31}$ 、 NaAlH_4 中 H% 为 $\frac{4}{54}$ 、 Li_3AlH_6 中 H% 为 $\frac{6}{54}$, 所以储氢能力由高到低的顺序为 $\text{H}_3\text{N}-\text{BH}_3 > \text{Li}_3\text{AlH}_6 > \text{NaAlH}_4 > \text{Mg}(\text{NH}_2)_2 > \text{NaNH}_2$, 即 C > E > D > A > B。

(2) NH_2^- 的价层电子对数为 $(5+1+2) \div 2 = 4$, 根据 VSEPR 理论, NH_2^- 的理想构型为正四面体, 因含两对孤电子, 所以 NH_2^- 的立体构型为角形(或 V 形); 因价层电子对数为 4, 所以中心原子 N 的杂化方式为 sp^3 。

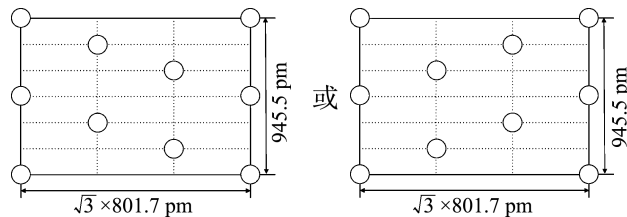
(3) ①硼是第 5 号元素, 在元素周期表中位于第二周期第 III A 族、p 区, 其基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^1$, 价电子排布式为 $2s^2 2p^1$, 价电子轨道表达式为 。

②分析表格中数据可以看出金属元素 Rahm 电负性最大的为 Be(9.3), 非金属元素 Rahm 电负性最小的为 Si(10.8), 所以推断金属元素与非金属元素的分界在 9.4 ~ 10.7 之间。

③根据电负性数值, $\text{H}_3\text{N}-\text{BH}_3$ 中氮原子上的氢原子带正电荷, 硼原子上的氢原子带负电荷, 所以 $\text{H}_3\text{N}-\text{BH}_3$ 与水反应时, $-\text{BH}_3$ 中的氢原子与水发生归中反应生成氢气, $-\text{BH}_3$ 转化为 $\text{B}(\text{OH})_4^-$ (亦可简称为 BO_2^-), 所以反应方程式为 $\text{H}_3\text{N}-\text{BH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{BO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。

(4)①根据 AlH_6^{3-} 的分数坐标可以判断其在晶胞中的位置: 8 个在顶点、4 个在侧棱棱心、4 个在晶胞体内, 由分摊法可得一个晶胞中含有 6 个 AlH_6^{3-} , 所以一个晶胞中所含有 Li^+ 的个数为 18。

②由截面的边长 ($\sqrt{3} \times 801.7 \text{ pm}$ 和 945.5 pm) 可知这是过晶胞底面长轴的横截面, 题目表明了截面中一共含有 10 个 AlH_6^{3-} , 又画出 4 个位于顶点、2 个位于棱心的 AlH_6^{3-} , 所以需要画出的是 4 个位于晶胞体内的 AlH_6^{3-} , 结合 AlH_6^{3-} 的分数坐标, 即可将缺失的 AlH_6^{3-} 补充完整, 得到下图。



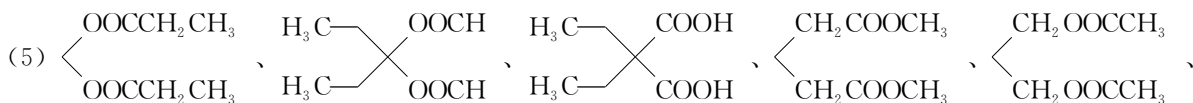
③根据晶体密度公式: $\rho = \frac{MZ}{N_A V}$, 晶胞中 $M = 54 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $Z = 6$, $V = 801.7^2 \times 945.5 \times \sin 60^\circ \text{ pm}^3$, 所以该晶体的密度为 $\frac{54 \times 6}{6.02 \times 801.7^2 \times 945.5 \times \sin 60^\circ} \times 10^7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

36. 【答案】(1) (1 分)

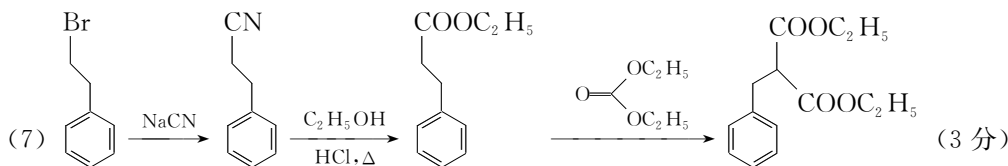
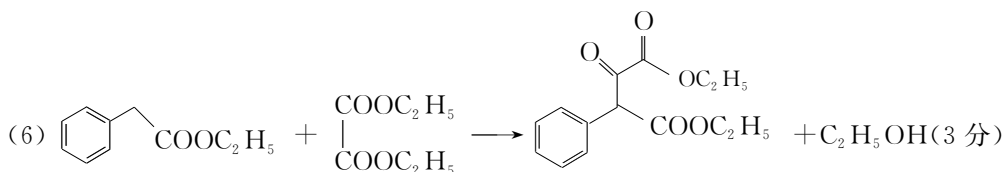
(2) 取代反应 (1 分)

(3) 氰基 (1 分)

(4) $\text{C}_{13}\text{H}_{16}\text{O}_4$ (2 分)



$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$, $\text{HCOO}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{OOCH}$ (写出两个即可, 1 个 2 分, 共 4 分)



【命题意图】以芳基取代的丙二酸二乙酯的合成过程中涉及的物质、反应为载体考查考生分析与推测能力。

【解析】(1) 由 B 的结构可以推知 A 为甲苯。

(2) ②是由 B 与丙二酸二乙酯反应生成苯基丙二酸二乙酯和 HBr , 所以②是取代反应。

(3) D 的官能团为 $-\text{CN}$, 名称为氰基。

(4) G 含 13 个碳原子, 不饱和度为 6, 所以分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{16}\text{O}_4$ 。

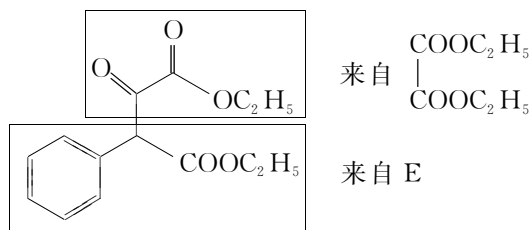
(5) 的不饱和度为 2, 分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_4$, 该化合物符合题中提及的核磁共振氢谱信息, 只

需将酯基连接顺序翻转,就能得到符合题意的结构: $\begin{matrix} \text{OOCCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{OOCCH}_2\text{CH}_3 \end{matrix}$ 。根据核磁共振氢谱的信息,分子

中的氢原子有 3 种,且分别为 2、4、6,据此推测分子中含 2 个等价的 $-\text{CH}_3$ 、2 个等价的 $-\text{CH}_2-$,剩下 2 个氢原子可能是 2 个等价的 $-\text{COOH}$ 或 2 个等价的 $\text{HCOO}-$,还有 1 个不连 H 的 C,根据上述分析得出

符合题意的结构: $\begin{matrix} \text{OOCCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{OOCCH}_2\text{CH}_3 \end{matrix}$ 、 $\begin{matrix} \text{H}_3\text{C} & \text{OOCH} \\ | & / \\ \text{C} & \\ | & \backslash \\ \text{H}_3\text{C} & \text{OOCH} \end{matrix}$ 、 $\begin{matrix} \text{H}_3\text{C} & \text{COOH} \\ | & / \\ \text{C} & \\ | & \backslash \\ \text{H}_3\text{C} & \text{COOH} \end{matrix}$ 、 $\begin{matrix} \text{CH}_2\text{COOCH}_3 \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{CH}_2\text{COOCH}_3 \end{matrix}$ 、
 $\begin{matrix} \text{CH}_2\text{OOCCH}_3 \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OOCCH}_3 \end{matrix}$ 、 $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 、 $\text{HCOO}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{OOCH}_3$ 。

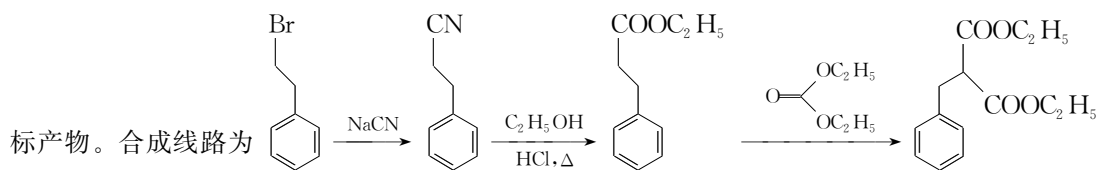
(6)关键是 E 的结构,根据 F 的结构分析:



E 为苯乙酸乙酯,所以方程式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 + \begin{matrix} \text{COOC}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{COOC}_2\text{H}_5 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} \text{O} \\ || \\ \text{C} \\ | \\ \text{C}(\text{C}_6\text{H}_5)(\text{COOC}_2\text{H}_5) \\ | \\ \text{COOC}_2\text{H}_5 \end{matrix} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 。

(7)由于原料为 $\begin{matrix} \text{OC}_2\text{H}_5 \\ || \\ \text{O} \\ | \\ \text{OC}_2\text{H}_5 \end{matrix}$,分子中没有 $-\text{CH}_2-$,不能与 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Br}$ 发生取代反应生成目标产物。

$\begin{matrix} \text{OC}_2\text{H}_5 \\ || \\ \text{O} \\ | \\ \text{OC}_2\text{H}_5 \end{matrix}$ 与 $\begin{matrix} \text{COOC}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{COOC}_2\text{H}_5 \end{matrix}$ 结构相似,所以参考题干合成线路中 $\begin{matrix} \text{COOC}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{C}(\text{C}_6\text{H}_5) \\ | \\ \text{COOC}_2\text{H}_5 \end{matrix}$ 的制备方法合成目



物 理

14.【答案】D

【命题意图】以伽利略对自由落体运动的研究为情景,考查对伽利略自由落体运动研究的理解、考查机械能守恒的条件。

【解析】在小球无滑动滚动的过程中,静摩擦力对小球不做功,在空气阻力不计时,小球滚下的过程中机械能守恒。

15.【答案】B

【命题意图】考查带电粒子在匀强磁场中的匀速圆周运动、动量、动能。

【解析】 $r = \frac{mv}{qB} = \frac{\sqrt{2mE_k}}{qB}$,选项 B 正确。

16.【答案】B

【命题意图】以北斗卫星为情景考查万有引力定律的应用。

【解析】运动周期与地球自转周期相同且轨道平面在赤道平面的卫星称为地球同步静止轨道卫星,它相对地面静止;倾斜轨道卫星的高度平面不在赤道平面,相对地面不静止,选项 A 错误。由 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ 、

$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 、 $a = \frac{GM}{r^2}$ 可知,选项 B 正确、C 错误。卫星所受地球的引力与卫星的质量有关,选项 D 错误。

17.【答案】C

【命题意图】以远距离输电为情景考查变压器的原理。

【解析】降压变压器 L_2 与负载 R 的等效电阻 $R' = k_2^2 R$, $P_r : P_R = r : R' = 1 : 9$,解得 $\frac{r}{R} = \frac{k_2^2}{9}$,选项 C 正确。

18.【答案】C

【命题意图】以小球压缩弹簧为情景,考查力和运动、功和能,以及应用图像解决物理问题的能力。

【解析】在 $x \leq x_0$ 时, $a = g\sin\theta$; 在 $x \geq x_0$ 时, $a = g\sin\theta - \frac{k_0}{m}(x - x_0)$, 由此式可知: 当 $x \geq x_0$ 时, 图像为一条直线, 且直线的斜率等于 $\frac{a_0}{x_0}$ 。设小球下落的最大位移为 x_m , 由图线与横轴所围的上、下面积相等有 $\frac{3}{2}a_0x_0 = \frac{1}{2}(x_m - 2x_0)\frac{a_0}{x_0}(x_m - 2x_0)$, 解得 $x_m = (\sqrt{3} + 2)x_0$, 弹簧的最大压缩量 $\Delta x_m = x_m - x_0 = (\sqrt{3} + 1)x_0$, 选项 C 正确。

19.【答案】BC

【命题意图】考查放射性衰变及其满足的条件。

【解析】 ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_Z^AX + m{}_2^4\text{He} + n{}_1^0\text{e}$, 由质量数守恒可知 $232 = A + 4m$, m 为非负整数, 选项 B、C 正确。

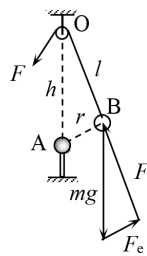
20.【答案】AD

【命题意图】考查受力分析、库仑定律与动态平衡。

【解析】设 A、B 两小球所带电荷量分别为 q_A 、 q_B , B 球的质量为 m , $OA = h$; 当小球 B 被拉至某位置时, 其受力如图所示, 设此时 $OB = l$, $AB = r$, 两球的库仑力大小 $F_e = k\frac{q_Aq_B}{r^2}$, 此时有

$\frac{mg}{h} = \frac{F_e}{r} = \frac{F}{l}$, 可得 $F = \frac{mg}{h}l$, $r^3 = \frac{kq_Aq_Bh}{mg}$ 。由于 l 一直在减小, 故 F 一直减小, 选项 A 正

确、B 错误; 而 $r^3 = \frac{kq_Aq_Bh}{mg}$, 故 r 保持不变, 所以 B 球的运动轨迹是以 A 为圆心的一段圆弧, 选项 D 正确、C 错误。



21.【答案】AC

【命题意图】以霍尔元件、霍尔效应为情景考查带电粒子在电磁场中的运动。

【解析】 $e \frac{U_H}{L_2} = evB, I = nevL_1 L_2$, 解得 $U_H = \frac{BI}{neL_1}, K_H = \frac{1}{neL_1}$, 选项 A 正确。

设 a、b 两极沿电流方向的电阻为 R , 磁场垂直纸面向里时, b 比 a 的电势高, $U_1 = U_H - IR$; 磁场垂直纸面向外时, a 比 b 的电势高, $U_2 = U_H + IR$, 解得 $\Delta U = IR = \frac{U_2 - U_1}{2}$, 选项 C 正确。

22.【答案】(1)在误差允许的范围内, 弹簧的弹力与弹簧的伸长量成正比 (2分)

(2) $\frac{20mg}{k_0}$ (2分)

(3) 0.49 N/cm 或 49 N/m (2分)

【命题意图】以“探究弹簧的弹力与伸长量的关系”为情景, 考查考生对实验方法、实验数据处理的能力。

【解析】直线的斜率 $k_0 = \frac{\Delta y}{\Delta x}, \Delta y = \Delta l, \Delta x = \frac{0.05}{mg} \Delta F, \Delta F = k \Delta l$, 解得 $k = \frac{20mg}{k_0}$

代入数据得 $k = 0.49 \text{ N/cm}$ 或 $k = 49 \text{ N/m}$ 。

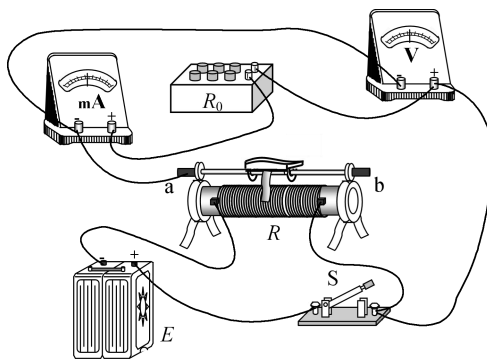
23.【答案】(1)①如右图(3分) ② b(1分)

⑤ 变小(1分) ⑥ 2 V(1分) 2 mA(1分)

(2) 299.5 Ω (2分)

【命题意图】以电表量程扩大为情景, 考查电表的改装、校准、内阻的测量等, 考查考生的实验基本素养。

【解析】满偏电流为 3 mA、内阻约为 300 Ω 的毫安表头改装成量程为 3 V 的电压表, 改装后的电压表内阻为 1 000 Ω , 应串联约为 700 Ω 的电阻, 当表头的电流为 2 mA 时, 电压表的示数为 2 V, 滑动变阻器的阻值比负载的电阻小很多, 控制电流采用分压式。



24.【答案】(1) $v = \frac{2Fr}{B^2 d_0^2}$ (2) $v_0 = \frac{l}{d} \sqrt{gd - \frac{qrF}{m_0 B d_0}}$

【命题意图】本题考查法拉第电磁感应定律、安培力、闭合电路欧姆定律、带电体在电场中的类平抛运动。

【解答】(1) 金属棒 ab 匀速运动时, $F = BId_0$ (2分)

金属棒 ab 产生的感应电动势为 $E_0 = Bd_0 v$ (1分)

由闭合电路欧姆定律得 $I = \frac{E_0}{2r}$ (1分)

解得 $v = \frac{2Fr}{B^2 d_0^2}$ (2分)

(2) 板间电压 $U = Ir$ (1分)

板间电场强度的大小 $E = \frac{U}{d}$ (1分)

设微粒的加速度大小为 a , 有 $m_0 g - qE = m_0 a$ (2分)

在水平方向上有 $l = v_0 t$ (1分)

在竖直方向上有 $\frac{d}{2} = \frac{1}{2} a t^2$ (1分)

解得 $v_0 = \frac{l}{d} \sqrt{gd - \frac{qrF}{m_0 B d_0}}$ (1分)

25.【答案】(1)停在长木板 A 的中点 (2) $v'_{BA} = -v_{BA}$ (3)2 s

【命题意图】本题是以板块模型为情景的力学综合。

【解答】(1)设最终的共同速度为 v , B 在 A 上滑动时相对 A 的路程为 s ,

对 A、B, 由动量守恒定律有 $m_B v_0 = (m_A + m_B)v$ (2 分)

由功能关系有 $\mu m_B g s = \frac{1}{2} m_B v_0^2 - \frac{1}{2} (m_A + m_B)v^2$ (2 分)

解得 $s = 6 \text{ m}$ (1 分)

故 B 与挡板碰撞两次后停在长木板 A 的中点 (1 分)

(2)设 B 与挡板碰撞前 B、A 的速度分别为 v_{B0} 、 v_{A0} , 碰撞后 B、A 的速度分别为 v_B 、 v_A ,

$m_B v_{B0} + m_A v_{A0} = m_B v_B + m_A v_A$ (2 分)

$\frac{1}{2} m_B v_{B0}^2 + \frac{1}{2} m_A v_{A0}^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2 + \frac{1}{2} m_A v_A^2$ (2 分)

$v_{BA} = v_{B0} - v_{A0}$ (1 分)

$v'_{BA} = v_B - v_A$ (1 分)

解得 $v'_{BA} = -v_{BA}$ (2 分)

(3)方法一: B 相对 A 向左做初速度为 v_0 的匀减速直线运动,

加速度大小 $a = \mu g + \frac{\mu m_B g}{m_A} = 3 \text{ m/s}^2$ (1 分)

第一次与 A 碰撞前相对 A 向左的速度大小为 v_1 , $t_1 = \frac{v_0 - v_1}{a}$ (1 分)

碰撞后相对速度的大小为 v_1 、方向向右, 第一次碰撞后 B 相对 A 向右做初速度为 v_1 的匀减速直线运动,

第二次与 A 碰撞前相对 A 向右的速度大小为 v_2 , $t_2 = \frac{v_1 - v_2}{a}$ (1 分)

第二次碰撞后相对速度的大小为 v_2 、方向向左, 第二次碰撞后 B 相对 A 向左做初速度为 v_2 的匀减速直

线运动, $t_3 = \frac{v_2 - 0}{a}$ (1 分)

解得 $t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{v_0}{a} = 2 \text{ s}$ (1 分)

方法二: 分析可知 B 相对 A 做往返运动可等效为一个匀减速直线运动 (2 分)

$s = \frac{v_0}{2} t$ (2 分)

解得 $t = 2 \text{ s}$ (1 分)

33. (1)【答案】BCE

【命题意图】考查相对湿度、热力学定律、气体压强的微观解释。

【解析】空气的相对湿度小, 人们感到干燥, 选项 A 错误、B 正确; 气体经历不同的过程升高相同的温度, 内能变化相同, 气体做功不同, 气体吸收的热量不同, 选项 C 正确; 热量不能自发地从温度较低的室内传到温度较高的室外, 选项 D 错误; 若用 N 表示分子单位时间内对器壁单位面积的平均碰撞次数, 则 $p = N(2mv)$, p 不变, 温度降低, v 减小, N 增大, 选项 E 正确。

(2)【答案】(i) 85 cm (ii) $\frac{\Delta m}{m} = \frac{9}{34}$

【命题意图】以玻璃管旋转为情景, 通过对是否有水银溢出、是否漏气的分析等, 考查气体的实验定律和对气体变质量问题的处理。

【解答】(i) 玻璃管开口向上时, 空气柱的压强 $p_1 = 100 \text{ cmHg}$ (1 分)

设玻璃管开口向下时, 水银部分溢出, 此时管内水银柱的长度为 $x(\text{cm})$, 玻璃管的横截面积为 S

空气柱的压强 $p_2 = (75 - x) \text{ cmHg}$ (1分)

空气柱的长度 $l_2 = (100 - x) \text{ cm}$ (1分)

由玻意耳定律有 $p_1 l_1 S = p_2 l_2 S$ (2分)

代入数据得 $100 \times 51 = (75 - x)(100 - x)$

解得 $x = 15 \text{ cm}$, $l_2 = 85 \text{ cm}$ (1分)

(ii) 玻璃管开口向下时, 空气柱的长度 $l_3 = 75 \text{ cm}$, 空气柱的压强 $p_3 = 50 \text{ cmHg}$ (1分)

设压强为 p_1 、长度为 l_1 的空气柱在压强为 p_3 时的长度为 l'

由玻意耳定律有 $p_1 l_1 S = p_3 l' S$ (1分)

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{l' - l_3}{l'} \quad (1 \text{分})$$

解得 $\frac{\Delta m}{m} = \frac{9}{34}$ (1分)

34. (1)【答案】ACE

【命题意图】以单摆测定当地的重力加速度为情景, 考查对实验结果的分析与评估能力。

【解析】由单摆的周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ 可得 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$, $l = l_0 + \frac{d}{2}$, 选项 A 正确, 选项 B、D 错误; 单摆的周

期 $T = \frac{2t}{N-1}$, 选项 C 正确; 地下有重金属矿物质时, 重力加速度会变大, 选项 E 正确。

(2)【答案】(i) 平行于 CD 射出 (ii) $h = \frac{3 - \sqrt{3}}{6} l$

【命题意图】以“道威棱镜”为材料考查考生对折射定律、全反射的理解。

【解答】(i) 设光在 AC 面的折射角为 γ , 则

$$\sin 45^\circ = n \sin \gamma \quad (1 \text{分})$$

解得 $\gamma = 30^\circ$ (1分)

设全反射的临界角为 C , 则

$$\sin C = \frac{1}{n} \quad (1 \text{分})$$

$$C = 45^\circ \quad (1 \text{分})$$

光在 CD 面的入射角 $\beta = \gamma + C = 75^\circ$ (1分)

射到 CD 面的光发生全反射后, 射到 BD 面的入射角 $\alpha = 30^\circ$ (1分)

由对称性可知光从 BD 面平行于 CD 射出 (1分)

(ii) 从 A 处入射的光, 射到 CD 面的 D 处时, “道威棱镜”的高度最大, 设为 h

$$\frac{AC}{\sin 45^\circ} = \frac{l}{\sin 120^\circ} \quad (1 \text{分})$$

$$h = AC \sin 45^\circ \quad (1 \text{分})$$

解得 $h = \frac{3 - \sqrt{3}}{6} l$ (1分)