

华中师范大学第一附属中学 2021 年高考押题卷

理科综合能力测试参考答案和评分标准

生物



扫码关注 查询答案

1.【答案】D

【命题意图】本题考查物质跨膜运输的实例,考查学生理解能力和信息获取能力,考查生命观念和科学思维。

【解析】题干信息显示,大肠杆菌和圆褐固氮菌体内 P_2O_5 和 K_2O 两种矿物质含量均不同,说明两种菌对矿物质的吸收既表现出选择性,又表现出差异性,A、B 项正确;大肠杆菌细胞内 P_2O_5 含量比 K_2O 高,可能原因是大肠杆菌膜上运输 PO_4^{3-} 的载体蛋白数量比运输 K^+ 的多,C 项正确;大肠杆菌和圆褐固氮菌运输矿质离子既可以是逆浓度梯度运输,也可以是顺浓度梯度运输,D 项错误。

2.【答案】C

【命题意图】本题考查细胞的衰老和凋亡与人体健康的关系,考查学生理解能力和综合运用能力,考查生命观念、科学思维和社会责任。

【解析】细胞凋亡是基因控制的程序性死亡,有利于机体细胞更新,A 项正确;线粒体一旦释放凋亡诱导因子(AIF)就会诱导衰老细胞进入细胞凋亡,说明衰老细胞一旦进入凋亡过程,其线粒体就可能释放 AIF,B 项正确;某药物能阻止线粒体释放 AIF,衰老细胞不会进入凋亡过程,延缓了衰老细胞的凋亡进程,C 项错误;诱导癌细胞线粒体释放 AIF,促进了癌细胞凋亡过程,有利于预防癌症的发生,D 项正确。

3.【答案】A

【命题意图】本题以体细胞有 38 条染色体动物为情境考查有丝分裂和减数分裂等相关知识,考查生命观念和科学思维。

【解析】有丝分裂间期与减数第一次分裂间期均会出现 DNA 复制,A 项正确;有丝分裂前期,染色体散乱分布,不会出现同源染色体联会和四分体,而减数第一次分裂前期,同源染色体联会出现 19 个四分体,B 项错误;该动物有丝分裂中期的核 DNA 数目为 76,减数第二次分裂中期核 DNA 数目为 38,C 项错误;该动物有丝分裂后期,细胞中具有 4 个染色体组,而减数第二次分裂后期,细胞中具有 2 个染色体组,D 项错误。

4.【答案】A

【命题意图】本题以 DNA 是遗传物质探索相关实验拓展分析为情境考查遗传物质探索实验分析、病毒与细菌的结构、中心法则等相关知识,考查生命过程的结构与功能观念,归纳与概括及演绎推理等科学思维素养。

【解析】烟草花叶病毒属于 RNA 病毒,遗传信息传递包含 RNA→RNA 和 RNA→蛋白质过程,而 T₂ 噬菌体属于 DNA 病毒,遗传信息传递包含 DNA→DNA、DNA→RNA 和 RNA→蛋白质过程,二者遗传信息传递过程不完全相同,A 项错误;肺炎双球菌属于原核生物,新冠病毒属于无细胞结构生物,二者的组成结构不同,B 项正确;蛋白质是生命活动的主要承担者,高温能导致细菌细胞内的蛋白质变性失活,故加热能杀死 S 型肺炎双球菌与高温导致其蛋白质失活有关,C 项正确;赫尔希和蔡斯的实验以大肠杆菌为材料研究 T₂ 噬菌体的遗传物质,实验结果能够说明 T₂ 噬菌体的遗传物质是 DNA,而不能说明大肠杆菌的遗传物质是 DNA,D 项正确。

5.【答案】B

【命题意图】本题以种子为情境串联考查细胞中的元素和分子组成、信息传递、生物多样性保护等相关知

识,考查生命过程的结构与功能观念,归纳与概括及演绎推理等科学思维,关注生态环境保护的社会责任。
【解析】水稻、小麦种子中富含淀粉,淀粉可在人体消化道中水解为葡萄糖为人体细胞生命活动提供能源物质,A项正确;种子在土壤中萌发的早期过程主要是水分的吸收和细胞呼吸,种子细胞中自由水含量升高,会增加细胞鲜重中的H、O元素含量,而细胞有氧呼吸会氧化糖类有机物并释放 CO_2 ,故种子中碳元素的含量会有所下降,B项错误;科学家利用超声波处理水稻种子,可以提高种子的萌发率,这属于物理信息在种子生命活动上的应用,C项正确;利用现代生物技术建立精子库、种子库等,可对濒危物种的基因进行保护,从而有利于生物多样性的保护,D项正确。

6.【答案】D

【命题意图】本题考查群落的结构特征、群落演替、生态系统的稳定性,考查理解能力、信息获取能力和综合运用能力,考查稳态与平衡的生命观念,归纳概括和批判性等科学思维素养。

【解析】根据斯坦利的“收割理论”,捕食者的存在有利于增加物种多样性,可知天敌的捕食作用可减弱食草动物间的竞争,A项正确;捕杀天敌后,会直接导致保护区的群落丰富度下降,B项正确;在40年间,保护区生物群落发生的演替为次生演替,C项正确;捕杀天敌降低了群落丰富度,导致生态系统的抵抗力稳定性下降,D项错误。

29.【答案】(9分)

(1)ATP和[H](或NADPH)(1分) C_5 (1分) C_3 (1分) CO_2 (1分) ①⑤(1分)

(2)增加(1分) 自身呼吸供给或外界吸收(答出1点即可)(1分)

(3)叶肉细胞在无光合作用供氧和缺氧条件下进行无氧呼吸(2分)

【命题意图】本题考查光合作用的过程、细胞呼吸的类型,考查理解能力、获取信息能力和综合运用能力,考查科学思维、生命观念。

【解析】(1)图中①过程表示光反应中水光解产生 O_2 的过程,②过程表示暗反应中三碳化合物(C_3)还原过程,③过程表示暗反应中 CO_2 的固定过程,④过程表示有氧呼吸第一阶段和第二阶段产生NADH([H])的过程,⑤过程表示有氧呼吸第三阶段NADH([H])结合 O_2 产生 H_2O 的过程,⑥过程表示有氧呼吸第二阶段丙酮酸分解产生 CO_2 的过程。图中甲代表的物质是光反应为暗反应提供的ATP和[H](或NADPH),乙代表的物质是五碳化合物(C_5),丙代表的物质是三碳化合物(C_3),丁代表的物质是 CO_2 。在生物膜上发生的生理过程有:类囊体薄膜上发生的水光解产生氧气的过程(过程①),以及在线粒体内膜上发生的有氧呼吸第三阶段NADH([H])结合氧气产生水过程(过程⑤)。

(2)如果对植株突然停止光照,短时间内光反应为暗反应提供的ATP和[H](或NADPH)会减少,导致三碳化合物(丙)还原过程减少,而二氧化碳的固定速率暂未变化,即三碳化合物(丙)的来源不变,短时间内丙物质含量会增加。在正常光照下,叶肉细胞的光合速率大于自身呼吸速率,自身呼吸供给的 CO_2 已经不能满足光合作用需要,还需要从外界吸收 CO_2 。

(3)无光条件下,叶肉细胞不能进行光合作用,不能为自身呼吸提供氧气。细胞中的丙酮酸在分解产生丁(CO_2)的同时,还产生了少量的乙醇,说明叶肉细胞在缺氧条件下进行了无氧呼吸。

30.【答案】(9分)

(1)催化(1分) 空间结构(1分) 酸碱度(pH)(和重金属离子)(1分)

(2)实验思路:将新采摘茶叶随机分组,一组放在室温条件下(1分),其余组分别放置于不同(梯度)温度的烘箱内烘烤处理适宜时间后取出(1分),待室温组的茶叶变成褐色后(1分),再观察并比较烘烤各组茶叶颜色变化,记录各温度条件下茶叶颜色变化情况。(1分)(共4分,答案合理即可)

预期结果和结论:在保持绿色的茶叶组中找出烘烤的最低温度和最高温度,此范围即为茶叶“杀青”的最佳温度范围(2分,其他答案合理均可给分)

【命题意图】以新采摘茶叶“杀青”制作绿茶实验设计为情境,考查酶的作用、酶活性的影响因素和实验设计,考查理解能力、获取信息能力和实验探究能力,考查归纳概括和创造性思维素养,制定并实施方案的科学探究素养,应用生物学知识指导农业生产实践的社会责任素养。

【解析】(1)茶叶中的多酚氧化酶(PPO)是细胞内一种具有催化作用的蛋白质,高温会引起 PPO 的空间结构发生改变,从而使酶完全丧失活性。除温度外,影响酶活性的因素还有酸碱度(pH)和重金属离子。

(2)题干信息:茶叶细胞内的酚类化合物和多酚氧化酶(PPO)是影响“杀青”效果的关键物质。茶叶采摘后,若不经历杀青环节,叶片中的酚类化合物在 PPO 作用下变成褐色,此外“杀青”温度过高也会导致酚类化合物氧化使叶片变成褐色,从而影响绿茶品质。该信息说明:要保持茶叶的绿色,既需要阻止 PPO 催化作用,又需要防止多酚化合物的高温氧化。题目要求探究绿茶制作过程中“杀青”最佳温度范围,根据实验设计遵循的单一变量和对照原则可知,该实验的自变量是一系列的(梯度)温度,因变量是茶叶颜色变化,需要设计室温对照组和多组不同温度处理的实验组,因采摘的茶叶在室温条件下变成褐色需要一定时间,所有组观察实验的时间应足够长且保持一致(无关变量控制)。故将参考答案总结如下,实验思路:将新采摘茶叶随机分组,一组放在室温条件下,其余组分别放置于不同(梯度)温度的烘箱内烘烤处理适宜时间后取出,待室温组的茶叶变成褐色后,再观察并比较烘烤各组茶叶颜色变化,记录各温度条件下茶叶颜色变化情况。预期结果和结论:在保持绿色的茶叶组中找出烘烤的最低温度和最高温度,该范围即为茶叶“杀青”的最佳温度范围。

31. **【答案】**(除备注外,每空 1 分,共 9 分)

(1)排除水中的离子对种子萌发造成的影响 细胞呼吸(或有氧呼吸)

(2)在一定(0~100 mg/L)浓度范围内,种子发芽率随着赤霉素浓度上升而上升,超过一定浓度(200 mg/L)后发芽率降低(2分) 两重性 抑制

(3)受 用去离子水浸种(CK)的种子自身会产生的相关植物激素来调节自身发芽过程(2分)

【命题意图】本题考查对照设置的作用、细胞呼吸、植物激素的作用和特点,考查理解能力、信息获取能力和实验探究能力,考查生命观念、科学思维和科学探究素养。

【解析】(1)按照实验对照和单一变量原则,该研究小组在用 4 个浓度的萘乙酸和赤霉素溶液来浸种的同时,还设置一组用去离子水浸种的对照组(CK)。本实验的自变量是不同浓度的外源性植物激素或生长调节剂,因变量是种子发芽率,对照组的作用是排除非测试因素对实验的结果影响。相对于自来水而言,排除水中的离子对种子萌发造成的影响是选择去离子水的原因。浸种后,将种子置于内垫湿润的滤纸的培养皿中培养,在培养皿上覆盖 1 层扎孔(透气)的保鲜膜,以保证种子正常的细胞呼吸或有氧呼吸,于 24 ℃恒温培养箱内发芽。

(2)据图分析,种子发芽率随不同浓度赤霉素处理的变化是在 0~100 mg/L 浓度范围内,种子发芽率随着赤霉素浓度上升而上升,超过 200 mg/L 浓度后发芽率降低。与对照组相比,实验处理组的结果说明赤霉素对种子发芽的作用低浓度促进高浓度抑制,表现出两重性,而在设置的浓度范围内,萘乙酸对种子的发芽起抑制作用。

(3)用去离子水浸种(CK)的种子自身会产生的相关植物激素来调节自身发芽过程,用去离子水浸种(CK)的种子发芽过程仍然受植物激素的调节。

32. **【答案】**(12 分)

(1)长翅(1分) 黑身(1分) 长翅与长翅亲本杂交, F_1 出现了长翅与残翅的性状分离;灰身与灰身亲本杂交, F_1 同样出现了灰身与黑身的性状分离(2分)

(2)AaBb (2分) 1/9(2分)

(3)非同源(1分) 不能(1分) 无论控制果蝇身色的基因位于Ⅱ号、Ⅲ号还是Ⅳ染色体上,均可以得到上述相同的实验结果[或由题给信息不能确定果蝇身色和翅形在 F_1 中是否呈现自由组合关系(9:3:3:1)](2分)

【命题意图】本题考查遗传基本规律和对自由组合现象的解释,考查理解能力、获取信息能力和综合运用能力,考查科学思维和生命观念。

【解析】(1)表中实验结果显示,长翅与长翅亲本杂交, F_1 出现了长翅与残翅的性状分离;灰身与灰身亲本杂交, F_1 同样出现了灰身与黑身的性状分离,可以得出长翅是果蝇翅形的显性性状,黑身是果蝇身色的

隐性性状。

(2)根据 F_1 中长翅：残翅与灰身：黑身均为 3：1 可推知，雌雄亲本长翅灰身果蝇的基因型均为 AaBb。 F_1 中长翅雌雄果蝇的基因型及比例均有 $1/3AA$ 和 $2/3Aa$ ，则 F_1 雌雄配子中均有 $1/3$ 的 a 配子，故让 F_1 中长翅雌雄果蝇自由交配 F_2 中残翅果蝇(aa)所占比例为 $1/3a(\text{♀}) \times 1/3a(\text{♂}) = 1/9aa$ (残翅)。

(3)果蝇体细胞中，Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ号染色体互为非同源染色体。题干信息显示，控制果蝇翅形、身色 2 个性状的基因均位于常染色体上但具体所在的染色体未知，若控制果蝇翅形的基因位于Ⅱ号染色体上，则控制果蝇身色的基因所在染色体有三种可能位置。无论控制果蝇身色的基因位于Ⅱ号、Ⅲ号还是Ⅳ号染色体上，亲本灰身雌雄果蝇杂交都同样可以得到 F_1 灰身：黑身=3：1 的性状分离比。两对基因位于非同源染色体上是遵循自由组合定律的前提，实验结果不能确定控制果蝇身色的基因具体所在染色体的位置，故不能确定控制果蝇身色的基因与控制果蝇翅形的基因遵循自由组合定律。

37.【答案】(15 分)

(1)微量(1 分) 富硒酵母能够利用无机硒(或 Na_2SeO_3)合成硒蛋白等有机硒(2 分)

(2)一定浓度的无机硒(Na_2SeO_3)溶液(2 分) 高压蒸汽灭菌(2 分)

(3)菌株在培养 6 h 时增殖最快，最有利于诱发菌株基因突变(2 分)

(4)将未经诱变处理的起始菌株在相同的筛选条件下培养，观察到平板上无菌落生长(2 分)

(5)①与起始菌株对比，HXS-01、HXS-02 变异菌株是富含有机硒的高产菌株(HXS-02 菌株有机硒含量高于 HXS-01 菌株)；②富硒酵母的高富硒性是由遗传物质(或基因)控制的稳定性状(4 分，答案合理即可)

【命题意图】本题选择微生物育种应用中的生产实际问题设置情境，让学生获取图文信息，综合运用相关知识、原理和方法去理解、分析和解答相关生物学问题，实现对理解、信息获取、实验探究和综合运用等四项关键能力和生命观念(结构功能观、遗传变异观)、科学思维(归纳与概括、科学推理、模型与建模等思维)、科学探究(实验设计和实现现象解释等)和社会责任(关注生物学知识在生产中的应用)等核心素养综合考查。

【解析】本题以富硒酵母菌株的诱变育种和菌株筛选为情境考查微生物的培养与应用相关知识。

(1)硒(Se)在人体中含量很少，是人体所必需的微量元素。无机硒(如 Na_2SeO_3)有一定的毒性，且不易被人体吸收，而硒蛋白等有机硒则易被人体利用，富硒酵母常用来作为有机硒食品补充剂的原因是富硒酵母具有将无机硒(如 Na_2SeO_3)转化为硒蛋白等有机硒的能力。

(2)实验前，需要制备活化酵母菌种的麦芽汁培养基(含麦芽膏粉 130 g/L+氯霉素 0.1 g/L 等成分)，菌株富硒培养的目的是增加菌株的硒含量，结合(1)分析，要制备富硒培养基就需要在麦芽汁培养基中加入一定浓度的无机硒(Na_2SeO_3)溶液。实验室常用高压蒸汽灭菌法对培养基进行灭菌处理。

(3)据图 1 分析，起始菌株的生长曲线表明菌株呈 S 型增长，在菌株培养的 4~8 h 期间，曲线斜率最大，说明菌体增殖最快；菌株增殖时菌体细胞会进行 DNA 复制，此时使用化学诱变剂处理，最有利于诱发菌株基因突变，故科研人员选用培养 6 h 的菌株进行诱变处理最为适宜。

(4)起始菌株在经过诱变处理和筛选后，在平板上获得了 HXS-01 和 HXS-02 两个目的变异菌株单菌落，这是起始菌株经诱变筛选得到的结果。为了证明目的菌株(即 HXS-01 和 HXS-02 变异菌株)的获得是经诱变筛选的结果，需要设置未经诱变处理的起始菌株筛选培养对照组，具体操作为将未经诱变处理的起始菌株在相同的筛选条件下培养，观察到平板上无菌落生长，以排除菌株自然变异对实验结果的影响。

(5)图 2 显示，HXS-01、HXS-02 变异菌株的有机硒含量显著高于起始菌株的含量，说明 HXS-01、HXS-02 变异菌株是富含有机硒的高产菌株，且 HXS-02 菌株有机硒含量高于 HXS-01 菌株；HXS-01、HXS-02 变异菌株在富硒培养条件下，连续 6 代的有机硒含量变化不大，且含量相对稳定，表明化学诱变诱发了酵母菌的可遗传变异，进而说明富硒酵母的高富硒性是由遗传物质(或基因)控制的稳定性状，能够稳定遗传。

38.【答案】(15 分)

(1)遗传(2 分) DNA 可以从一种生物个体转移到另一种生物(2 分)

(2)DNA 的切割、连接以及目的基因的获取(2 分)

(3)提取红豆杉的全部 DNA,用限制酶将 DNA 切成不同大小片段(1 分),再将这些片段分别与载体结合(1 分),导入受体菌的群体中储存(1 分) 文库较小,基因中没有启动子、内含子,只包含该种生物的部分基因,物种间可以进行基因交流(任答 2 点即可)(2 分)

(4)DNA 分子杂交(2 分) 培养转基因的红豆杉,并检测紫杉醇的产量是否提高(2 分)

【命题意图】本题考查了基因工程发展史、基因组文库的构建方法、基因组文库和 cDNA 文库的区别、目的基因的检测方法,考查获取信息的能力、综合运用能力及科学思维素养、科学探究素养、社会责任素养。

【解析】(1)在基因工程的发展史中,艾弗里等人通过不同类型的肺炎双球菌转化实验,不仅证明了生物的遗传物质是 DNA,还证明了 DNA 可以从一种生物个体转移到另一种生物。

(2)20 世纪 70 年代初,科学家相继发现了多种限制酶、连接酶及逆转录酶,从基因工程具体操作分析,这些发现的实际意义是为 DNA 的切割、连接以及功能基因的获得创造了条件。

(3)依据基因文库构建的原理,红豆杉基因组文库构建的一般过程是将红豆杉的 DNA 全部提取出来,选择适当的限制酶,将 DNA 切成一定范围大小的 DNA 片段,然后将这些 DNA 片段分别与载体连接起来,导入受体菌的群体中储存,每个受体菌都含有一段不同的 DNA 片段,也就是说,这个群体包含了该红豆杉植株的所有基因,这个群体就是红豆杉基因组文库。与基因组文库相比,cDNA 文库有以下不同点:文库较小,基因中没有启动子和内含子,只包含某种生物的部分基因,物种间可以进行基因交流。

(4)若想在 DNA 分子水平检测 dbtbt 基因是否成功导入红豆杉受体细胞,检测方法是 DNA-DNA 分子杂交;若想在个体水平检测是否获得转基因成功的红豆杉植株,鉴定方法是培养转基因的红豆杉,并检测红豆杉紫杉醇的产量是否提高。

化学

7.【答案】A

【命题意图】本题联系生活实际,考查化学与社会生活常识,弘扬了中国对世界的担当,呈现了“科学态度与社会责任”的学科素养。

【解析】引起温室效应的气体不仅有常见的 CO_2 气体,还有 CH_4 、 N_2O 等气体,A 选项正确;燃煤中加入 CaO 的目的是除去燃烧生成的 SO_2 ,属于钙基固硫,B 选项错误;煤的气化与液化的目的不是减少碳的排放,C 选项错误;新能源汽车的推广可以减少燃油的燃烧,减少 CO_2 的排放,有利于“碳中和”,D 选项错误。

8.【答案】C

【命题意图】本题考查了信息的获取能力与应用能力,呈现了“证据推理与模型认知”的学科素养。

【解析】根据已知信息,可以得出 DMC 分子中仅含有极性键,无非极性键,A 选项错误; CH_3OH 合成 DMC

的总反应为 $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{—O—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—O—CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$,B 选项错误;根据图示,反应过程中催化剂 $\text{M}_2\text{O}(\text{OH})$ 中 M 的成键数目始终为 2 个,保持不变,C 选项正确;步骤①中 H_2O 是生成物,步骤③无 H_2O 参与反应,D 选项错误。

9.【答案】B

【命题意图】本题借助中草药的成分,考查了有机物的结构特点、官能团及其决定的性质,呈现了“科学态度与社会责任”“证据推理与模型认知”“宏观辨识与微观探析”的学科素养。

【解析】根据结构特点,该分子苯环上的一氯代物有 8 种,A 选项错误;靛玉红分子中含有碳碳双键可被酸性高锰酸钾氧化,B 选项正确;由靛玉红分子结构可知,靛玉红不溶于水,故熬煮青黛无法将靛玉红溶出,C 选项错误;该分子结构中无酯基,D 选项错误。

10.【答案】D

【命题意图】本题考查了原子结构、分子结构及元素周期律的相关知识,注重逻辑推理能力的考查,呈现了“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”的学科素养。

【解析】根据题意,可以得出 W、X、Y、Z 分别为 H、B、N、Na 四种元素, N^{3-} 离子半径大于 Na^+ ,A 选项错误;化合物 N_2H_4 中不仅含有极性键还含有非极性键,B 选项错误; H_3BO_3 显弱酸性,无碱性,C 选项错误; BH_3 中 B 缺电子,而 NH_3 中 N 存在孤对电子,二者可以形成化合物 $\text{BH}_3\text{—NH}_3$,D 选项正确。

11.【答案】B

【命题意图】本题通过物质的制备装置,考查了实验仪器的使用及化学反应原理的相关知识,呈现了“科学探究与创新意识”的学科素养。

【解析】多孔球泡可以增大气体与反应物的接触面积,使反应物充分反应,A 选项正确;浓硫酸制备 HCl ,体现了 H_2SO_4 的高沸点性,不是其酸性强于 HCl ,B 选项错误;搅拌器通过搅拌,可以使 HCl 与 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 充分接触,充分反应,C 选项正确;乙醇受热易蒸发,通过冷凝器,可以冷却乙醇,回收乙醇,D 选项正确。

12.【答案】D

【命题意图】本题以我国科研工作者的一项科研成果为情景,综合考查了电极的判断、电极反应式的书写、电化学计算相关知识,体现了“证据推理与模型认知”“宏观辨识与微观探析”的学科素养。

【解析】充电时,M 极反应为 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$,发生氧化反应,A 选项正确;根据工作原理图,可以得出 M 极为电源正极,N 极为电源负极,放电时,外电路中电流方向为 M 极→用电器→N 极,内电路中电流方向为 N 极→离子交换膜→M 极,B 选项正确;根据电极反应式,可以得出充电时若转移 2 mol 电子 M 极质量增加量为 87 g,N 极质量增加量为 65 g,M 极比 N 极多 22 g,若转移 1 mol 电子,则 M 极比 N 极质量增加量多 11 g,C 选项正确;放电时,N 极反应为 $\text{Zn} + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons$

Zn(OH)₄²⁻, D 选项错误。

13. 【答案】C

【命题意图】本题考查电解质溶液的相关知识,注重信息的获取与推理和应用,呈现了“证据推理与模型认知”“宏观辨识与微观探析”的学科素养。

【解析】根据试题提供的信息 $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$, 可以得出水中滴加甲胺会促进水的电离,而水中加入 HCl 会抑制水的电离,二者比较,水的电离程度不同, A 选项错误; 根据 $K_b = \frac{c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{NH}_2)}$, $K_b = 10^{-3.4}$, 可以得出 x 对应的溶液 $\text{pH} = 10.6$, B 选项错误; $\frac{c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)}{c(\text{CH}_3\text{NH}_2) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{NH}_2) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)} = \frac{K_b}{K_w}$, K_b 、 K_w 仅随着温度的变化而变化,所以 $\frac{c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)}{c(\text{CH}_3\text{NH}_2) \cdot c(\text{H}^+)}$ 的值不变, C 选项正确; 滴加盐酸 20.00 mL, 恰好反应生成 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$, 根据物料守恒可以得出 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{CH}_3\text{NH}_2) + c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)$, D 选项错误。

26. (14 分)

【答案】(1)恒压滴液漏斗(写为恒压分液漏斗不扣分)(1分) 受热均匀,便于控制温度(2分)

(2)便于冷凝水充满球形冷凝管,增强冷凝效果(2分) 碱石灰(2分)

(3)大量白雾(1分) $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl} \uparrow$ (2分)

(4)DMF 显碱性,能够与 HCl 反应,促进反应正向进行,提高产率(2分)

(5)93.2(2分)

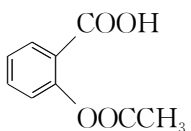
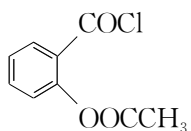
【命题意图】本题综合考查了实验仪器的识别、反应原理的分析及实验计算等,注重实验基本操作能力的考查,呈现了“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”的学科素养。

【解析】(1)根据图示,可以得出仪器 M 为恒压滴液漏斗; 低于 100 °C 下加热,可以采用水浴加热,水浴加热便于控制温度,且受热均匀。

(2)冷凝管中冷却水通过下进水口进水,上出水口出水,便于冷凝水充满球形冷凝管,由此增加冷凝效果; 若将干燥管中 CaCl_2 更换为碱石灰试剂,不仅可以起到干燥作用,还可以吸收尾气中的酸性气体。

(3)根据信息,氯化亚砷易水解, $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl} \uparrow$, HCl 遇到水蒸气会形成盐酸酸雾现象。

(4)根据信息,DMF 显碱性,能够与 HCl 反应,促进反应正向进行,从而提高产率。

(5)18.00 g  的物质的量为 0.1 mol,理论上应该生成 0.1 mol , 其质量

为 19.85 g,实际该产物为 18.51 g,所以其产率为 $18.51/19.85 \times 100\% = 93.2\%$ 。

27. (14 分)

【答案】(1)坩埚(1分) 泥三角(1分,写“坩埚钳”也可)(这 2 个答案顺序调换也正确)

(2)固体造影剂或钡餐等(1分) 0.26(2分)

(3) $\text{NaFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2 + 3\text{OH}^- = 3\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Na}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$ (2分) 使黄钠铁矾渣转化为可溶于酸的氧化物(2分)

(4) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{HS}^- = \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ (2分)

(5)pH 过小,铁黄 FeOOH 会与 H^+ 反应生成盐和水(1分)

(6) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 0.25\text{H}_2\text{O}$ (2分,答案合理即可)

【命题意图】本题通过工业废料的综合应用,综合考查元素化合物、化学实验、化学反应原理、化学计算等知识,注重信息的提取与应用,呈现了“证据推理与模型认知”“科学态度与社会责任”等学科素养。

【解析】(1)高温下煅烧固体物质,需要在坩埚中进行,由此可以得出实验所用仪器。

(2)BaSO₄ 在医疗上常用作造影剂、钡餐;根据沉淀物转化特点, BaSO₄ + CO₃²⁻ ⇌ BaCO₃ + SO₄²⁻, 根据方程式可以得出需要消耗 0.01 mol Na₂CO₃, 生成 0.01 mol SO₄²⁻, 另外上述可逆反应中, K = 1.0 × 10⁻¹⁰ / 2.5 × 10⁻⁹ = 0.04 = 0.01 / n(CO₃²⁻), 所以 n(CO₃²⁻) = 0.25 mol, 所以共需要 0.25 mol + 0.01 mol = 0.26 mol CO₃²⁻。

(3)根据题意, 可以得出黄钠铁矾与烧碱溶液反应的离子方程式为 NaFe₃(OH)₆(SO₄)₂ + 3OH⁻ ⇌ 3Fe(OH)₃ + Na⁺ + 2SO₄²⁻; 因为煅烧后物质转化为氧化物, 便于后续酸溶进行。

(4)根据题意, 可以得出生成硫化铜沉淀时反应为 Cu²⁺ + 2HS⁻ ⇌ CuS↓ + H₂S↑。

(5)“氧化”步骤中反应为 4Fe²⁺ + O₂ + 8NH₃ · H₂O ⇌ 4FeOOH↓ + 8NH₄⁺ + 2H₂O, 此步骤中若 pH 过小, 则酸性较强, 铁黄 FeOOH 会与 H⁺ 反应生成盐和水, 由此造成铁黄产率降低。

(6)设加热升温到 300 °C 时失去 x 个 H₂O, 则 18x / (160 + 18 × 1.50) × 100% = 12.03%, x = 1.25, 所以化学式为 Fe₂O₃ · 0.25H₂O。

28. (15 分)

【答案】(1)①-92(2 分) ②79(1 分)

(2)400(1 分) 高转速, 体系温度较高, 不利于 N₂ 吸附, 且温度较高时, 生成的氨气易分解(2 分)

(3)①a(2 分)

②2NO₂ ⇌ NO₃ + NO(2 分) >(1 分)

③9/14(2 分, 写成小数形式也可)

(4)NO₃⁻ + 4H⁺ + 3e⁻ ⇌ NO↑ + 2H₂O(2 分, 其他合理写法也可, 如 NO₃⁻ + 2H₂ - e⁻ ⇌ NO↑ + 2H₂O, NO₃⁻ + 3H₂ + 2H⁺ ⇌ 2NO + 4H₂O 均为正确)

【命题意图】本题综合考查化学反应原理相关知识, 呈现了“变化观点与平衡思想”“证据推理与模型认知”“科学态度与社会责任”的学科素养。

【解析】(1)①根据反应历程, 每生成 1 mol NH₃ 时放出 46 kJ, 所以 N₂(g) + 3H₂(g) ⇌ 2NH₃(g) ΔH = -92 kJ/mol; ②根据图示, 物质转换为过渡态 2 时吸收能量最大, 该能量为最大能垒(活化能), 其值为 250 - 171 = 79。

(2)根据图示, 可以得出转速达 400 转/分钟时, N₂ 吸附量最高, 有利于氨气的合成; 若转速太快, 体系温度升高较高, 不利于 N₂ 吸附, 且高温下, 氨气易分解, 均会造成氨气产率下降。

(3)①容器中充入 2 mol CO、1 mol NO₂, 与方程式系数不同, 若 c(CO)/c(NO₂) 恒定不变, 则该反应一定处于平衡状态, a 正确; 反应前后气体分子个数不变, 压强不变, b 错误; 根据试题提供的速率方程 v = kc(NO₂), 可以得出改变 CO 的浓度不会改变速率, c 错误; 根据反应原理, 当增加 CO 无穷多时, CO₂ 的体积分数趋近于 0, d 错误。

②步骤 i 与步骤 ii 叠加, 可以得出总反应 CO(g) + NO₂(g) ⇌ NO(g) + CO₂(g), 故步骤 i 反应为 2NO₂ ⇌ NO₃ + NO; 根据速率方程 v = kc(NO₂), 说明决速反应为步骤 i 反应, 步骤 i 反应的活化能更大。

③根据三段式, 可以得出:

	CO(g)	+	NO ₂ (g)	⇌	NO(g)	+	CO ₂ (g)
初始量(mol)	2		1		0		0
转化量(mol)	x		x		x		x
平衡量(mol)	2-x		1-x		x		x

x / (2 - x + 1 - x + x + x) = 0.2, x = 0.6

根据平衡常数表达式, 可以得出 K_c = 9/14。

根据图示, 导电基体上生成 NO 的离子反应为 NO₃⁻ + 4H⁺ + 3e⁻ ⇌ NO↑ + 2H₂O。

35. (15 分)

【答案】(1) $1s^2 2s^2 2p^4$ (1分) $N > O > C$ (2分)

(2) Pb—X 键的共价性增强、离子性减弱, 晶体类型逐渐由离子晶体转为分子晶体 (2分)

(3) π_3^4 (2分)

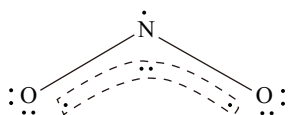
(4) σ 键和 π 键 (2分) sp^2 杂化 (1分) 金属键 (1分) 各向异性 (1分)

(5) $\frac{32\sqrt{3}}{a^2 b N_A}$ (3分)

【命题意图】本题考查原子的电子排布、第一电离能变化规律、化学键类型与成键元素电负性差值的关系、晶体各向异性的成因、从新信息中提取实质内容的能力以及六方晶胞的计算。题目比较贴近学科本源知识, 深入理解基本概念是解答本题的关键。

【解析】(2) 分析“化学键离子性百分数”表格中的数据, 可以得出结论: 成键元素的电负性差值越大, 化学键的离子性越强。再整合学生已有知识: 离子晶体(离子性)熔点高于分子晶体(共价性)熔点, 可得到答案为: 随着 F、Cl、Br、I 元素电负性减弱, Pb—X 键的共价性增强、离子性减弱, 晶体类型逐渐由离子晶体转为分子晶体, 由于离子键的强度大于范德华力, 所以熔点逐渐减小。又由于 PbI_2 的相对分子质量比 $PbBr_2$ 的大, 两者都是分子晶体, 所以 PbI_2 的熔点比 $PbBr_2$ 的略高。

(3) 分析题干中的信息可知, NO_2 分子中 N 原子有一个单电子, N 原子的电子式为 $\cdot\ddot{N}\cdot$, O 原子的电子式为 $\cdot\ddot{O}\cdot$, 再通过价层电子对互斥理论计算出 NO_2 为 V 形结构, 就可以得出 NO_2 的分子结构为

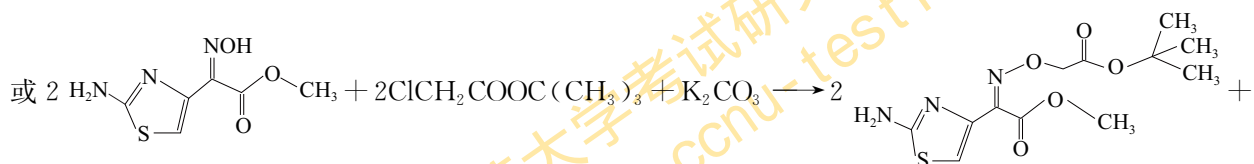
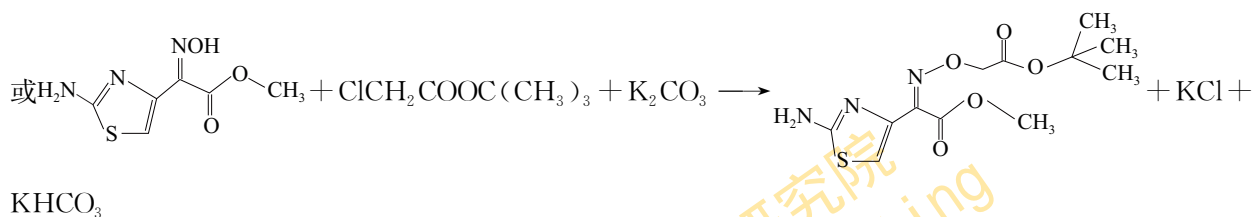
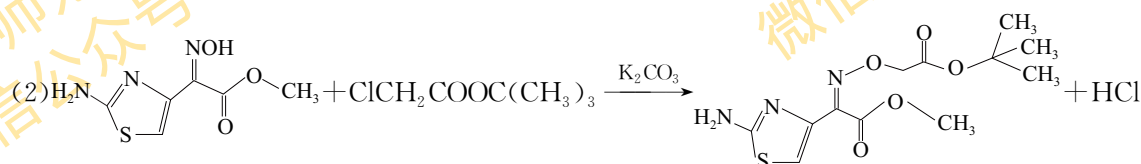


(4) 选修 3 教材 76 页对于石墨的结构有详细的介绍。

(5) 晶胞底面积为 $\frac{\sqrt{3}}{2}a^2$, 体积为 $\frac{\sqrt{3}}{2}a^2b$, 晶胞有 4 个碳原子, 可得石墨的密度是 $\frac{32\sqrt{3}}{a^2bN_A}$ 。

36. (15分)

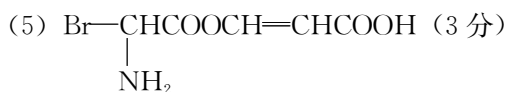
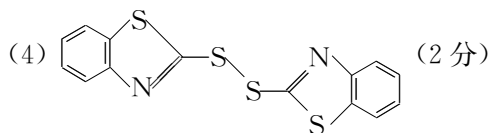
【答案】(1)  (2分) 氯乙酸叔丁酯(或氯乙酸-2-甲基-2-丙酯) (2分)



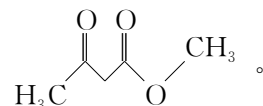
$2KCl + H_2O + CO_2 \uparrow$ (2分)

消耗生成的 HCl, 使反应正移, 提高转化率(或产率) (2分)

(3) 水解反应(取代反应)(2分)



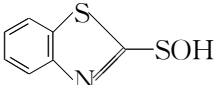
【解析】(1) 根据 $\text{Br}_2/\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 的条件可知, $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 是取代反应, 所以 A 为

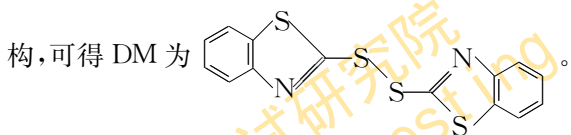


ClCH_2COOH 的名称是氯乙酸, $\text{HOC}(\text{CH}_3)_3$ 的名称是叔丁醇(或 2-甲基-2-丙醇), $\text{ClCH}_2\text{COOC}(\text{CH}_3)_3$ 可看作是两者得到的酯, 所以 $\text{ClCH}_2\text{COOC}(\text{CH}_3)_3$ 的名称是氯乙酸叔丁酯(或氯乙酸-2-甲基-2-丙酯)。

(2) D 与 F 在分子结构上有两处不同, 一是侧链 N 原子所连接的基团不同, 二是 D 中的酯基在 F 中是羧基, 又 $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的条件恰好是酯基水解的条件, 所以 $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 变化的是侧链 N 原子所连接的基团。再结合 $\text{ClCH}_2\text{COOC}(\text{CH}_3)_3$ 的结构, 可以得到 $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 反应的方程式。 $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 生成 HCl , 可见, K_2CO_3 的作用是消耗掉 HCl 以促进反应的正移。

(3) 根据(2)题的解析, $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 是酯基的水解。

(4) F 与 G 在分子结构上的不同是 F 羧基中的羟基被取代, 再结合另一种产物  的结构, 可得 DM 为



(5) M 能够水解, 说明有酯基。水解后是得到含有 1 个手性碳的 α -氨基酸, 说明具有 $-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COO}-$ 结构。P 能发生银镜反应, 说明其有 $-\text{CHO}$ 结构, 能与 NaHCO_3 溶液反应, 说明其有 $-\text{COOH}$ 结构。综上所述, M 同时具有 $-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COO}-$ 、 $-\text{CHO}$ 和 $-\text{COOH}$ 等结构。但是 M 只含有 4 个 O, 因此这种推理矛盾! 阅读题干中的已知条件, 发现 $-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOCH}=\text{CH}-$ 结构水解后可以得到 $\text{HOCH}=\text{CH}-$ 结构, 进而重排为 OHCCH_2- 结构! 综上分析, 推理得到 M 为 $\text{Br}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{COOCH}=\text{CHCOOH}$ 。

物理

14. 【答案】A

【解析】当物质的温度达到几百万开尔文时，剧烈的热运动使得一部分原子核具有足够的动能，可以克服库仑斥力，接近到 10^{-15}m 而发生聚变，因此，核聚变又叫热核反应，A 正确；太阳辐射的能量来源于核聚变，而链式反应发生在核裂变中，B 错误；一个氘核和一个氚核聚变的方程为： ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ ，C 错误；原子核中核子平均质量越小，原子核越稳定，D 错误。

15. 【答案】D

【解析】第一次制动后速度小于月球的第一宇宙速度，A 错误；根据题意可知环月椭圆轨道的半长轴大于最终环月圆轨道的半长轴（半径），所以嫦娥五号探测器在环月椭圆轨道的运动周期大于在最终环月圆轨道的运动周期，B 错误；嫦娥五号探测器在环月椭圆轨道上做近月制动进入最终环月圆轨道，机械能减少，即嫦娥五号探测器在环月椭圆轨道的机械能大于在最终环月圆轨道的机械能，C 错误；根据 $v = \sqrt{gR}$ 得 $v_{月} : v_{地} = 1 : \sqrt{24}$ ，代入 $v_{地} = 7.9\text{km/s}$ 得 $v = 1.6\text{km/s}$ ，D 正确。

16. 【答案】C

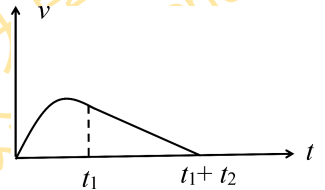
【解析】设拉货物绳子与水平方向夹角为 θ ，电动机牵引绳的速度为 v_0 ，则货物速度为 $v = \frac{v_0}{\cos\theta}$ ，货物从 A 到 B 的过程， θ 增加， v 增大，A 错误；轻绳对货物拉力所做的功等于货物克服摩擦阻力所做的功与货物的动能之和，B 错误；轻绳对货物的拉力大于货物的合外力，故轻绳对货物的拉力的冲量一定大于货物动量的改变量，C 正确；由于轻绳对货物的拉力有竖直方向的分量，地面对货物的支持力小于货物的重力，故地面对货物支持力的冲量一定小于货物重力的冲量，D 错误。

17. 【答案】C

【解析】由安培定则知圆心 O 处的磁感应强度方向垂直于 PQ 连线向下，A 选项错误；A、C 两点磁场强度相同，B、D 两点磁场强度相同，B、D 选项错误，C 选项正确。

18. 【答案】D

【解析】小物块运动的 $v-t$ 图像如图所示，由图像可得 $\bar{v}_1 > \bar{v}_2$ ，又 $\bar{v}_1 t_1 = \bar{v}_2 t_2 = x$ 得 $t_1 < t_2$ ，从 A 到 C 对小物块由动能定理： $\frac{0+kx}{2}x - \mu mg \cdot 2x = 0 - 0$ 得 $kx = 4\mu mg$ ，故 D 正确。



19. 【答案】BC

【解析】由于发电厂输出电压恒为 U ，根据理想变压器的规律，对于升压变压器， $\frac{U}{U_1} = k$ ，故电压表 V_1 的示数不变，发电厂输出功率增加了 ΔP ，则发电厂输出电流增加了 $\Delta I = \frac{\Delta P}{U}$ ，根据理想变压器的规律，对于升压变压器， $\frac{\Delta I_1}{\Delta I} = k$ ， A_1 示数增加了 $\Delta I_1 = \frac{k\Delta P}{U}$ ，由于 A_1 示数增加， A_2 示数也将增加，降压变压器的输入电压将减少 $\Delta U'_1 = \Delta I_1 R$ ，故 V_2 示数也将减小，A 错误，B 正确；根据欧姆定律，输电线上损失的电压增加了 $\Delta I_1 R = \frac{Rk\Delta P}{U}$ ，C 正确；输电线上损失的功率增加了 $(I_1 + \Delta I_1)^2 R - I_1^2 R \neq (\Delta I_1)^2 R$ ，由于 I_1 未知，故无法计算，D 错误。

20. 【答案】BD

【解析】由于竖直线 OA 到两边墙面距离均为 $\frac{l}{2}$ ，小球与墙面发生弹性碰撞，无能量损失，小球在运动过程中，竖直方向为自由落体，运动到 B、C 及 A 所用时间之比为 $1 : 3 : 4$ ，O 到 B、C、A 的竖直距离分别为 y_1 、 y_2 、 y_3 ，由匀变速运动规律得 $y_1 : y_2 : y_3 = 1 : 9 : 16$ ， $h_1 = y_3 - y_1$ ， $h_2 = y_3 - y_2$ ，故 $h_1 : h_2 = 15 : 7$ ，A 错误，B 正确；由于 OA 间高度不变，小球落到地面时间不变，仅将间距 l 加倍而仍在两墙中央 O 点平抛，

小球将与前面碰撞一次后落在 A 点, C 错误; 仅将初速度 v_0 增为 nv_0 (n 为正整数), 小球从抛出到落地在水平方向通过路程为 $s=2nl$, 根据对称性, 小球一定落在 A 点, D 正确。

21. 【答案】ABC

【解析】设两杆与导轨的摩擦因数为 μ , 两导轨宽度为 l , 两杆的总电阻为 R , 当 $\frac{1}{2}mg < 2\mu mg$ 时, a 杆将不会运动, 对 b 杆和 c 物体: $\frac{1}{2}mg - F_A - \mu mg = (m + \frac{m}{2})a$, $F_A = \frac{B^2 L^2 v}{R}$, 随着 b 杆速度增大, b 杆所受安培力增加, b 杆加速度减小, 故 b 杆将做加速度不断减小的加速运动, 稳定时 $F_A = \frac{1}{2}mg - \mu mg$, 加速度为零, b 杆做匀速直线运动, A 正确; 由 $\frac{1}{2}mg < 2\mu mg$, 得 $\mu > \frac{1}{4}$, b 杆匀速时, $\frac{F_A}{mg} = \frac{1}{2} - \mu < \frac{1}{4}$, C 正确; 当 $\frac{1}{2}mg > 2\mu mg$ 时, a 杆也会运动, 稳定时, 对 a, b, c : $\frac{1}{2}mg - 2\mu mg = (2m + \frac{m}{2})a'$, $F_A = F_{Aa}$, 对 a 杆: $F_{Aa} - \mu mg = ma$, 得 $F_A = F_{Aa} = \frac{1}{5}mg(1 + \mu)$, 结合 $\mu < \frac{1}{4}$, 得 $\frac{F_A}{mg} = \frac{1}{5}(1 + \mu) < \frac{1}{4}$, 故 b 杆做加速度不断减小的加速运动, 稳定后以 a' 做匀加速直线运动, B 正确, D 错误。

22. (6 分)(每空 2 分)

【答案】(1) 12.45 ± 0.1 (2) mgx/h (3) A

【解析】(1) 图示刻度尺上的读数为 12.45 ± 0.1 。

(2) 对物体受力分析, 由 $\frac{F}{mg} = \frac{x}{h}$ 可得: $F = \frac{mgx}{h}$

(3) 由题意可知 $F \propto v^2$, 由(2)知 $F \propto x$, 故 $v^2 \propto x$, 选 A。

23. (9 分)

【答案】(1) 如图(2 分)

(2) R_2 (2 分)

(3) ① 30.0 (1 分) c (1 分) ② 非均匀 (1 分)

(4) 偏小 (2 分)

【解析】(1) 见右图。

(2) 由于电压表量程为 3V, 本实验电压表并联在定值电阻两端, 由欧姆定律可得, 定值电阻两端的电压为

$$U_R = \frac{ER}{R_x + R},$$

由图甲可知, $10\Omega \leq R_x \leq 70\Omega$, 又 $E=4V$,

$$\text{得 } U_{R_{\max}} = \frac{4R}{10+R} \leq 3 \text{ 解得 } R \leq 30\Omega \text{ 故选 } R_2.$$

(3) ① 由图甲知酒精气体浓度为 0.2mg/mL 时 $R_x = 30\Omega$, 本实验采用替代法, 用电阻箱的阻值替代传感器的电阻 R_x , 故应先电阻箱调到 30.0Ω 。结合(1)中电路, 开关应向 c 端闭合; ② 由甲图知, 传感器的电阻 R_x 随酒精气体浓度是非均匀变化, 故此浓度表刻度线上对应的浓度值是非均匀变化的。

(4) 使用一段时间后, 由于电源的电动势略微变小, 内阻变大, 电路中电流将减小, 电压表示数将偏小, 故其测量结果将偏小。

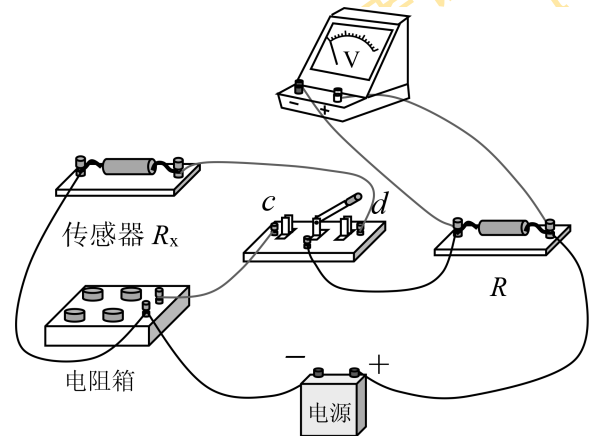
24. (12 分)

【解析】(1) 假设 B、C 之间不发生相对滑动,

$$\text{对 B、C 整体: } \mu(2mg) = 2ma \tag{①}$$

$$\text{对 B: } f_{\text{静}} = ma \tag{②}$$

$$\text{即 } f_{\text{静}} = \mu mg \tag{③}$$



恰好等于 B、C 之间的最大静摩擦力,故假设成立, B、C 不发生相对滑动。

(2) 假设 A 以速度 v 碰撞 D, 恰好可以满足要求。

碰撞过程 A、D 动量守恒: $mv = 2mv_1$ ④

此后 A、D 结合体以初速度 v_1 向前减速滑行, 上层 2 块积木一起以加速度 a 向前加速滑行。

对于 A、D 结合体: $\mu(2mg) + \mu(4mg) = 2ma_1$ ⑤

$a_1 = 3\mu g$

由第(1)问得: $a = \mu g$

假设两部分经过时间 t 达到共速, 则 $v_1 - a_1 t = at$ ⑥

A、D 的位移: $x_1 = v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2$ ⑦

B、C 的位移: $x = \frac{1}{2} at^2$ ⑧

A 恰好滑到 B、C 正下方: $x_1 - x = L$ ⑨

联立解得: $v = 4\sqrt{2\mu g L}$ ⑩

评分参考: 第 1 问 3 分, ①②③式各 1 分, 第 2 问 9 分, ④⑤⑦⑧⑩式各 1 分, ⑥⑨式各 2 分。

25. (20 分)

【解析】(1) 由几何关系可知, 带电粒子在磁场中做圆周运动的半径 $r = L$ ①

洛伦兹力提供向心力: $Bv_0 q = \frac{mv_0^2}{r}$ ②

得: $B = \frac{mv_0}{Lq}$ ③

(2) 设场强沿 x 、 y 正方向的分量分别为 E_x 、 E_y 。

对于先后经过 f 、 h 点的离子, 由动能定理可得:

$-E_x q |ef| - E_y q |eh| = 4E_k - 2E_k$ ④

对于先后经过 f 、 g 点的离子, 由动能定理可得:

$-E_y q |fg| = 4.5E_k - 1.5E_k$ ⑤

由于 $|eh| = |fg| = \sqrt{3}|ef|$

可得: $\frac{E_x}{E_y} = -\frac{1}{\sqrt{3}}$, 且 $E_y < 0$,

故电场强度方向与 x 轴夹角为 60° , 指向右下方。 ⑥

(3) 该离子进入电场时速度与场强垂直, 在电场中做类平抛运动, 设加速度为 a , 从 d 点到再次穿过 y 轴,

沿电场方向位移: $s_1 = \frac{1}{2} at^2$ ⑦

垂直于电场方向位移: $s_2 = v_0 t$ ⑧

且 $s_1 : s_2 = \sqrt{3} : 1$ ⑨

$v_y = at$ ⑩

解得 $at = 2\sqrt{3}v_0$

故离子再次穿过 y 轴时, 速度大小 $v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2}$ ⑪

解得 $v = \sqrt{13}v_0$

设速度方向与 y 轴负方向夹角为 θ

沿 x 、 y 方向的分速度分别为: $v_x = -v_0 \sin 60^\circ + at \cos 60^\circ$ ⑫

$v_y = -v_0 \cos 60^\circ - at \sin 60^\circ$ ⑬

$$\tan\theta = \frac{v_x}{v_y}$$

$$\text{故 } \tan\theta = \frac{\sqrt{3}}{7}, \cos\theta = \frac{7}{2\sqrt{13}}$$

$$\text{设离子再次进入磁场运动时圆周运动半径为 } r_1, Bqv = m \frac{v^2}{r_1} \quad (15)$$

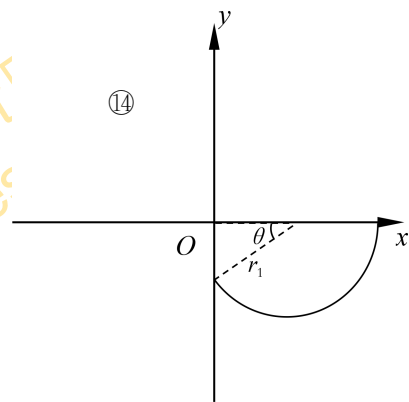
$$\text{解得 } r_1 = \sqrt{13}L$$

当离子经过 x 轴的坐标值最大时, 圆心在 x 轴上, 如图所示。

$$\text{最大坐标 } x_1 = r_1(1 + \cos\theta) \quad (16)$$

$$\text{解得 } x_1 = \left(\frac{7}{2} + \sqrt{13}\right)L \quad (17)$$

评分参考: 第 1 问 5 分, ①②式各 2 分, ③式 1 分; 第 2 问 3 分, ④⑤⑥式各 1 分; 第 3 问 12 分, ⑦~⑩式各 1 分, ⑪式 2 分。其他解法参考给分。



33. (1)(5 分)【答案】ACE

【解析】在完全失重状态下, 由于液体表面张力的作用, 水滴将呈现出完美的球形, 故 A 正确; 空气中的 PM2.5 是一种较大的颗粒物, 不是分子, 故 B 错误; 晶体的各向异性是指沿不同方向其某些物理性质不同, 这是由分子的固定排列方式所引起的, 故 C 正确; 气体的压强是由于气体分子无规则运动不停撞击接触物而产生的, 故 D 错误; 在恒温水池中, 小气泡由底部缓慢上升的过程中, 由于压强减小而体积增大, 气泡中的气体对外做了功; 气泡中的理想气体内能不变, 根据热力学第一定律, 气体吸收了热量, 故 E 正确。

(2)(10 分)

【解析】(1) 车胎内体积可视为不变, 由查理定律得

$$\frac{p_1}{273+t_1} = \frac{p_2}{273+t_2} \quad (1)$$

$$\text{代入数据 } \frac{250}{300} = \frac{p_2}{282}$$

$$\text{得 } p_2 = 235 \text{ kPa} = 2.35 \text{ bar} \quad (2)$$

(2) 设置轮胎体积为 V , 充气过程可理解为: 压强为 $p_3 = 2.35 \text{ bar}$, 体积为 V_3 的气体, 一次性压缩为 $p = 2.5 \text{ bar}$, 体积为 V 的气体, 且过程中温度不变。

$$\text{根据玻意耳定律 } p_3 V_3 = pV \quad (3)$$

$$\text{得 } V_3 = \frac{pV}{p_3} = \frac{50}{47}V$$

$$\text{又 } \Delta m : m = (V_3 - V) : V \quad (4)$$

$$\text{解得 } \Delta m : m = 3 : 47 \quad (5)$$

评分参考: 第 1 问 4 分, ①②式各 2 分, 第 2 问 6 分, ③④⑤式各 2 分, 其他解法参照给分。

34. (1)(5 分)【答案】BDE

【解析】由 $\lambda = \frac{v}{f}$ 得 $F = 2 \text{ Hz}$, A 错误; $t = 0$ 时刻, $x = 4 \text{ m}$ 处的质点向上振动, $x = 8 \text{ m}$ 处的质点向下振动, 两质点振动方向相反, B 正确; 波最前端质点起振的方向和波源起振的方向相同, 则两波源起振方向相反, C 错误; 两列波叠加后, $x = 6 \text{ m}$ 处为振动减弱点, C 正确; $x = 5 \text{ m}$ 处为振动加强点, 在 $t = 0.5 \text{ s}$ 时刻质点第一次到达波谷即 $y = -7 \text{ cm}$ 处, D 正确。

(2)(10 分) 解析: (1) 从 C 点射出的光线与 A 点的入射光线平行, 其光路图如图所示, 由几何关系得折射

角为 $r=30^\circ$

由折射定律得 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin r}$

解得玻璃的折射率为 $n = \sqrt{3}$

(2)玻璃球的半径为 $R = 5 \times 10^{-6} \text{ m}$

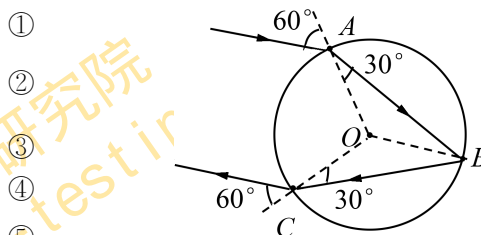
由几何关系得 $x_{AB} = x_{BC} = 2R \cos 30^\circ = 5\sqrt{3} \times 10^{-6} \text{ m}$

在玻璃中传播的速度为 $v = \frac{c}{n}$

在玻璃中传播的时间为 $t = \frac{x_{AB} + x_{BC}}{v}$

代入数据解得光束从 A 点经 B 点折射到达 C 点的时间 $t = 1.0 \times 10^{-13} \text{ s}$

评分参考:第 1 问 5 分,①②式各 2 分,③式 1 分;第 2 问 5 分,④⑤⑥⑦⑧式各 1 分。



华中师范大学考试研究院
微信公众号: ccnu-testing

华中师范大学考试研究院
微信公众号: ccnu-testing

华中师范大学考试研究院
微信公众号: ccnu-testing