



2017 年高考新课标 III 卷理综试题解析

一、选择题

1. 下列关于真核细胞中转录的叙述, 错误的是

- A. tRNA、rRNA 和 mRNA 都从 DNA 转录而来
- B. 同一细胞中两种 RNA 的合成有可能同时发生
- C. 细胞中的 RNA 合成过程不会在细胞核外发生
- D. 转录出的 RNA 链与模板链的相应区域碱基互补

【答案】C

【解析】根据中心法则, RNA 都是以 DNA 一条链为模板转录而来, A 正确; 不同 RNA 形成过程中所用的模板 DNA 是不同的片段, 所以两种 RNA 的合成可以同时进行, 互不干扰, B 正确; 真核细胞的线粒体和叶绿体为半自主性细胞器, 其中也会发生 RNA 的合成, C 错误; 转录产生 RNA 的过程是遵循碱基互补配对原则的, 因此产生的 RNA 链可以与模板链互补, D 正确。

2. 下列与细胞相关的叙述, 错误的是

- A. 动物体内的激素可以参与细胞间的信息传递
- B. 叶肉细胞中光合作用的暗反应发生在叶绿体基质中
- C. 癌细胞是动物体内具有自养能力并快速增殖的细胞
- D. 细胞凋亡是由基因决定的细胞自动结束生命的过程

【答案】C

【解析】动物激素属于信息分子, 由内分泌细胞产生, 经血液循环通过作用靶细胞而发挥作用, A 正确; 植物叶肉细胞的光合作用暗反应场所在叶绿体基质中, B 正确; 癌细胞需要从它生存的环境中获取自身增殖所需要的营养物质, 属于异养型, C 错误; 细胞凋亡是指为维持内环境稳定, 由基因控制的细胞自主的有序的进行细胞凋亡的过程, D 正确。

3. 植物光合作用的作用光谱是通过测量光合作用对不同波长光的反应 (如 O_2 的释放) 来绘制的。下列叙述错误的是

- A. 类胡萝卜素在红光区吸收的光能可用于光反应中 ATP 的合成
- B. 叶绿素的吸收光谱可通过测量其对不同波长光的吸收值来绘制
- C. 光合作用的作用光谱也可用 CO_2 的吸收速率随光波长的变化来表示



D. 叶片在 640~660 nm 波长光下释放 O₂ 是由叶绿素参与光合作用引起的

【答案】A

【解析】类胡萝卜素不吸收红光，只能吸收蓝紫光，A 错误；吸收光谱就是通过对不同色素对不同波长光的吸收值来绘制的，B 正确；光合作用光反应阶段色素对光的吸收会直接影响到暗反应阶段对 CO₂ 的利用，所以光合作用的作用光谱也可用 CO₂ 的吸收速率随光波长的变化来表示，C 正确；叶绿素可以吸收红光，类胡萝卜素不吸收红光，只能吸收蓝紫光，叶片在 640~660 nm 波长光下释放 O₂ 是由叶绿素参与光合作用引起的，D 正确。

4. 若给人静脉注射一定量的 0.9%NaCl 溶液，则一段时间内会发生的生理现象是

- A. 机体血浆渗透压降低，排出相应量的水后恢复到注射前水平
- B. 机体血浆量增加，排出相应量的水后渗透压恢复到注射前水平
- C. 机体血浆量增加，排出相应量的 NaCl 和水后恢复到注射前水平
- D. 机体血浆渗透压上升，排出相应量的 NaCl 后恢复到注射前水平

【答案】C

【解析】正常情况下，水盐代谢要平衡，学科……网进多少出多少。

5. 某陆生植物种群的个体数量减少，若用样方法调查其密度，下列做法合理的是

- A. 将样方内的个体进行标记后再计数
- B. 进行随机取样，适当扩大样方的面积
- C. 采用等距取样法，适当减少样方数量
- D. 采用五点取样法，适当缩小样方的面积

【答案】B

【解析】使用样方法时不需要对样方内的个体进行标记，A 错误；样方法都要做到随机取样；由于个体数量少，应适当扩大样方面积，B 正确；在用样方法调查时，取的样方过小或过少，可能导致搜集到的数据较少，偶然性增大，因此需要适当扩大样方的面积或者增加样方的数量，CD 错误。

6. 下列有关基因型、性状和环境的叙述，错误的是

- A. 两个个体的身高不相同，二者的基因型可能相同，也可能不相同
- B. 某植物的绿色幼苗在黑暗中变成黄色，这种变化是由环境造成的
- C. O 型血夫妇的子代都是 O 型血，说明该性状是由遗传因素决定的
- D. 高茎豌豆的子代出现高茎和矮茎，说明该相对性状是由环境决定的



【答案】D

【解析】基因型完全相同的两个人，可能会由于营养等环境因素的差异导致身高不同，A 正确；在缺光的环境中，绿色幼苗由于叶绿素合成受影响而变黄，B 正确；O 型血夫妇基因型均为 ii，两者均为纯合子，所以后代基因型仍然为 ii，表现为 O 型血，这是由遗传因素决定的，C 正确；高茎豌豆的子代出现高茎和矮茎，是由于亲代是杂合子，子代出现了性状分离，是由遗传因素决定的，D 错误。

三、非选择题：

29. (8 分)

利用一定方法使细胞群体处于细胞周期的同一阶段，称为细胞周期同步化。以下是能够实现动物细胞周期同步化的三种方法。回答下列问题：

(1) DNA 合成阻断法：在细胞处于对数生长期的培养液中添加适量的 DNA 合成可逆抑制剂，处于_____期的细胞不受影响而继续细胞周期的运转，最终细胞会停滞在细胞周期的_____期，以达到细胞周期同步化的目的。

(2) 秋水仙素阻断法：在细胞处于对数生长期的培养液中添加适量的秋水仙素，秋水仙素能够抑制_____，使细胞周期被阻断，即可实现细胞周期同步化。经秋水仙素处理的细胞_____（填“会”或“不会”）被阻断在间期。

(3) 血清饥饿法：培养液中缺少血清可以使细胞周期停滞在间期，以实现细胞周期同步化，分裂间期的特点是_____（答出 1 点即可）。

【答案】(1) 分裂期 分裂间

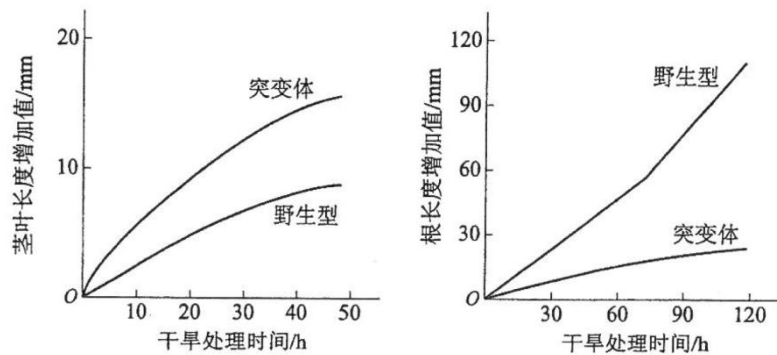
(2) 纺锤体形成 不会

(3) 完成 DNA 复制和有关蛋白质的合成，为分裂期准备物质

【解析】(1) DNA 复制发生在细胞分裂间期；DNA 合成被阻断后，分裂期不受影响，分裂间期受影响。(2) 秋水仙素通过抑制纺锤丝的形成来使染色体数目加倍，而纺锤丝形成于有丝分裂前期；经秋水仙素处理的细胞不会被阻断在间期。(3) 分裂间期的特点是相关蛋白的合成、染色体进行复制、细胞体积略有增大。

30. (9 分)

干旱可促进植物体内脱落酸 (ABA) 的合成，取正常水分条件下生长的某种植物的野生型和 ABA 缺失突变幼苗，进行适度干旱处理，测定一定时间内茎叶和根的生长量，结果如图所示：



回答下列问题:

- (1) 综合分析上图可知, 干旱条件下, ABA 对野生型幼苗的作用是_____。
- (2) 若给干旱处理的突变体幼苗施加适量的 ABA, 推测植物叶片的蒸腾速率会_____, 以对环境的变化作出反应。
- (3) ABA 有“逆境激素”之称, 其在植物体中的主要合成部位有_____ (答出两点即可)。
- (4) 根系是植物吸收水分的主要器官。根细胞内水分的主要作用有_____ (答出两点即可)。

【答案】 (1) 促进根的生长, 抑制茎叶的生长 (2) 降低

(3) 根冠、萎蔫叶片

(4) 水是根细胞的重要组成成分, 水参与根细胞内的生化反应

【解析】 (1) 由图可以直接看出, 与突变型 (不能合成 ABA) 相比, 野生型 (能合成 ABA) 植株茎叶生长受到抑制, 根的生长被促进。(2) 干旱, 说明植物会缺水, 如果适应此种环境, 需要减少水分散失, 所以降低蒸腾作用。(3) ABA 主要在植物体的根冠、萎蔫的叶片中合成。(4) 根细胞内水分的主要作用有作为化学反应的溶剂、维持细胞渗透压、提供反应的原料、组成细胞的结构。

31. (10 分)

为研究胰岛素的生理作用, 某同学将禁食一段时间的实验小鼠随机分为 A、B、C、D 四组, A 组腹腔注射生理盐水, B、C、D 三组均腹腔注射等量胰岛素溶液, 一段时间后, B、C、D 三组出现反应迟钝、嗜睡等症状, 而 A 组未出现这些症状。回答下列问题:

- (1) B、C、D 三组出现上述症状的原因是_____。
- (2) B、C、D 三组出现上述症状后进行第二次注射, 给 B 组腹腔注射生理盐水; 为尽快缓解上述症状给 C 组注射某种激素、给 D 组注射某种营养物质。那么 C 组注射的激素是_____, D 组注射的营养物质是_____。
- (3) 第二次注射后, C、D 两组的症状得到缓解, 缓解的机理分别是_____。



【答案】 (1) 血糖低于正常水平 (2) 胰高血糖素 葡萄糖

(3) C组: 胰高血糖素能促进糖原分解和非糖物质转化为葡萄糖, 使血糖水平升高; D组: 葡萄糖直接使血糖水平升高

【解析】 (1) 胰岛素是降血糖激素。(2)(3) 胰高血糖素促进非糖物质转化为糖类、促进肝糖原的分解; 注射葡萄糖, 使体内血糖升高。

32. (12分)

已知某种昆虫的有眼(A)与无眼(a)、正常刚毛(B)与小刚毛(b)、正常翅(E)与斑翅(e)这三对相对性状各受一对等位基因控制。现有三个纯合品系: ①aaBBEE、②AAbbEE和③AABBee。假定不发生染色体变异和染色体交换, 回答下列问题:

(1) 若A/a、B/b、E/e这三对等位基因都位于常染色体上, 请以上述品系为材料, 设计实验来确定这三对等位基因是否分别位于三对染色体上。(要求: 写出实验思路、预期实验结果、得出结论)

(2) 假设A/a、B/b这两对等位基因都位于X染色体上, 请以上述品系为材料, 设计实验对这一假设进行验证。(要求: 写出实验思路、预期实验结果、得出结论)

【答案】 (1) 选择①×②、②×③、①×③三个杂交组合, 分别得到F₁和F₂, 若各杂交组合的F₂中均出现四种表现型, 且比例为9:3:3:1, 则可确定这三对等位基因分别位于三对染色体上; 若出现其他结果, 则可确定这三对等位基因不是分别位于三对染色体上。

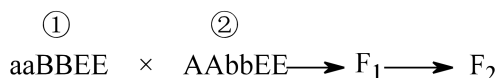
(2) 选择①×②杂交组合进行正反交, 观察F₁雄性个体的表现型。若正交得到的F₁中雄性个体与反交得到的F₁中雄性个体有眼/无眼、正常刚毛/小刚毛这两对相对性状的表现均不同, 则证明这两对等位基因都位于X染色体上。

【解析】 (1)

实验思路: 将确定三对基因是否分别位于三对染色体上, 拆分为判定每两对基因是否位于一对染色体上,

如利用①和②进行杂交去判定A/a和B/b是否位于位于一对染色体上。

实验过程: (以判定A/a和B/b是否位于位于一对染色体上为例)



预期结果及结论:

若F₂的表现型及比例为有眼正常刚毛: 有眼小刚毛: 无眼正常刚毛: 无眼小刚毛=9:3:3:1, 则A/a和B/b位于位于两对染色体上;

若F₂的表现型及比例为有眼正常刚毛: 无眼小刚毛=3:1 或者有眼小刚毛: 有眼正常刚毛: 无眼正常刚



毛=1:2:1, 则 A/a 和 B/b 位于位于同一对染色体上。

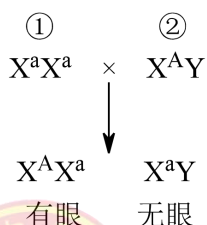
(2)

实验思路: 将验证 A/a 和 B/b 这两对基因都位于 X 染色体上, 拆分为验证 A/a 位于 X 染色体上和 B/b 位于 X 染色体上分别进行验证。如利用①和③进行杂交实验去验证 A/a 位于 X 染色体上, 利用②和③进行杂交实验去验证 B/b 位于 X 染色体上。

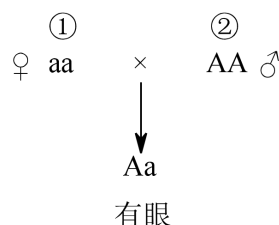
实验过程: (以验证 A/a 位于 X 染色体上为例)

取雌性的①和雄性的③进行杂交实验:

若 A/a 位于 X 染色体上, 则:



若 A/a 不位于 X 染色体上, 则:



预期结果及结论:

若子一代中雌性全为有眼, 雄性全为无眼, 则 A/a 位于 X 染色体上;

若子一代中全为有眼, 且有雌有雄, 则 A/a 位于常染色体上。

37. [生物——选修 1: 生物技术实践] (15 分)

绿色植物甲含有物质 W, 该物质为无色针状晶体, 易溶于极性有机溶剂, 难溶于水, 且受热、受潮易分解。其提取流程为: 植物甲→粉碎→加溶剂→振荡→收集提取液→活性炭处理→过滤去除活性炭→蒸馏(含回收溶剂)→重结晶→成品。回答下列问题:

- (1) 在提取物质 W 时, 最好应选用的一种原料是_____ (填“高温烘干”“晾干”或“新鲜”)的植物甲, 不宜选用其他两种的原因是_____。
- (2) 提取物质 W 时, 振荡的作用是_____。
- (3) 活性炭具有很强的吸附能力, 在提取过程中, 用活性炭处理提取液的目的是_____。
- (4) 现有丙酮(沸点 56 °C)、乙醇(沸点约 78 °C)两种溶剂, 在提取物质 W 时, 应选用丙酮作用提取剂, 理由是_____。
- (5) 该实验操作过程中应注意的事项是_____ (答出两点即可)。

【答案】 (1) 晾干

高温烘干过程中, 植物甲中的物质 W 易被破坏; 新鲜的植物甲含水量高, 用于提取的极性有机溶剂会被



稀释, 进而降低对物质 W 的提取效果

- (2) 使原料和溶剂充分混匀
- (3) 去除提取液中的色素
- (4) 丙酮沸点低于乙醇, 蒸馏时物质 W 分解较少
- (5) 在温度较低的情况下操作, 防火

【解析】(1) 依据题干信息 (受热、受潮易分解), 进行推断, 即可得知

- (2) 振荡易于溶解, 是基本实验知识。
- (3) 题干信息, 活性炭具有吸附能力, 杂质色素易被吸附。
- (4) 根据题干信息, 受热易分解, 所以选择沸点低的丙酮
- (5) 根据题干信息, 受热易分解, 所以注意温度控制; 用的丙酮, 丙酮挥发, 对人体有害, 所以通风; 减少 W 分解, 所以操作要快。

38. [生物——选修 3: 现代生物科技专题] (15 分)

编码蛋白甲的 DNA 序列 (序列甲) 由 A、B、C、D、E 五个片段组成, 编码蛋白乙和丙的序列由序列甲的部分片段组成, 如图 1 所示。

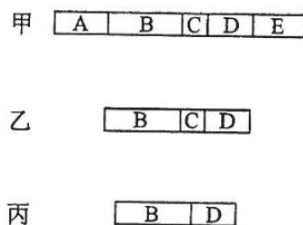


图 1

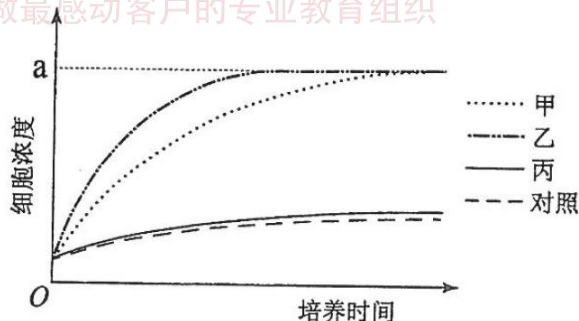


图 2

回答下列问题:

- (1) 先要通过基因工程的方法获得蛋白乙, 若在启动子的下游直接接上编码蛋白乙的 DNA 序列 (TTCGCTTCT……CAGGAAGGA), 则所构建的表达载体转入宿主细胞后不能翻译出蛋白乙, 原因是_____。
- (2) 某同学在用 PCR 技术获取 DNA 片段 B 或 D 的过程中, 在 PCR 反应体系中加入了 DNA 聚合酶、引物等, 还加入了序列甲作为_____, 加入了_____作为合成 DNA 的原料。
- (3) 现通过基因工程方法获得了甲、乙、丙三种蛋白, 要鉴定这三种蛋白是否具有刺激 T 淋巴细胞增殖的作用, 某同学做了如下实验: 将一定量的含 T 淋巴细胞的培养液平均分成四组, 其中三组分别加入等量的



蛋白甲、乙、丙，另一组作为对照，培养并定期检测 T 淋巴细胞浓度，结果如图 2。

①由图 2 可知，当细胞浓度达到 a 时，添加蛋白乙的培养液中 T 淋巴细胞浓度不再增加，此时若要使 T 淋巴细胞继续增殖，可采用的方法是_____。细胞培养过程中，培养箱中通常要维持一定的 C_2O 浓度， C_2O 的作用是_____。

②仅根据图、图 2 可知，上述甲、乙、丙三种蛋白中，若缺少_____（填“A”“B”“C”“D”或“E”）片段所编码的肽段，则会降低其刺激 T 淋巴细胞增殖的效果。

【答案】（1）编码乙的 DNA 序列起始端无 ATG，转录出的 mRNA 无起始密码子

（2）模板 dNTP

（3）①进行细胞传代培养 维持培养液是的 pH ② C

【解析】（1）题干信息基因序列（TTCG……），可知其转录出的 mRNA 上没有起始密码子 AUG。

（2）根据 PCR 的条件需要，引物、耐高温 DNA 聚合酶、模板、四种脱氧核糖核苷酸作为原料。

（3）T 细胞浓度之所以不增加是因为营养物质耗尽，所以可以更换培养液，补充营养物质； CO_2 作用为课本基础知识。

（4）据图分析，丙与对照接近说明 BD 片段重要性较弱，甲和乙都有较大影响，他们中共同的片段是 c，所以缺少 c 片段会降低效果。

——做最感动客户的专业教育组织



2017 年高考新课标 3 卷理综化学

7. 化学与生活密切相关。下列说法错误的是

- A. PM2.5 是指微粒直径不大于 $2.5\mu\text{m}$ 的可吸入悬浮颗粒物
- B. 绿色化学要求从源头上消除或减少生产活动对环境的污染
- C. 燃煤中加入 CaO 可以减少酸雨的形成及温室气体的排放
- D. 天然气和液化石油气是我国目前推广使用的清洁燃料

【答案】C

【解析】 CaCO_3 受热分解生成 CO_2 和 CaO，燃煤中加入 CaCO_3 不能减小温室气体 CO_2 的排放，故选 C。

8. 下列说法正确的是

- A. 植物油氢化过程中发生了加成反应
- B. 淀粉和纤维素互为同分异构体
- C. 环己烷与苯可用酸性 KMnO_4 溶液鉴别
- D. 水可以用来分离溴苯和苯的混合物

【答案】A

【解析】A. 植物氢化过程发生油脂与氢气的加成反应，故 A 正确；B. 淀粉和纤维素的聚合度不同，造成它们的分子式不同，所以不是同分异构体，故 B 错误；C. 环己烷与苯都不与酸性 KMnO_4 溶液反应，所以不能用该方法鉴别环己烷与苯，故 C 错误；D. 溴苯与苯互溶，不能用水分离溴苯和苯的混合物，故 D 错误；答案为 A。

9. 下列实验操作规范且能达到目的的是

| | 目的 | 操作 |
|----|---|---|
| A. | 取 20.00 mL 盐酸 | 在 50 mL 酸式滴定管中装入盐酸，调整初始读数为 30.00mL 后，将剩余盐酸放入锥形瓶 |
| B. | 清洗碘升华实验所用试管 | 先用酒精清洗，再用水清洗 |
| C. | 测定醋酸钠溶液 pH | 用玻璃棒蘸取溶液，点在湿润的 pH 试纸上 |
| D. | 配制浓度为 $0.010\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 KMnO_4 溶液 | 称取 KMnO_4 固体 0.158 g，放入 100 mL 容量瓶中，加水溶解并稀释至刻度 |

【答案】B

【解析】A. 刻度以下部分还容纳有盐酸，所以滴定管中盐酸体积大于 20.00mL，故 A 错误；B. 碘易于酒



精，可用酒精清洗碘，又由于酒精与水互溶，再用水清洗即可洗净，故 B 正确；C. 湿润 pH 相当于稀释溶液，会造成醋酸钠溶液 pH 偏低，故 C 错误；D. 容量瓶只能定容，不能在容量瓶中溶解 KMnO_4 固体，故 D 错误；答案为 B。

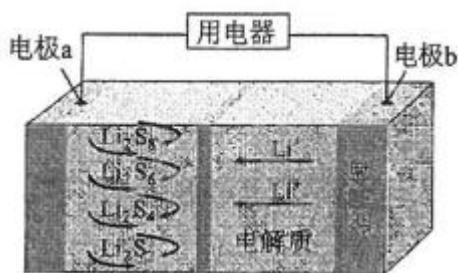
10. N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. 0.1 mol 的 ^{11}B 中，含有 $0.6N_A$ 个中子
- B. pH=1 的 H_3PO_4 溶液中，含有 $0.1N_A$ 个 H^+
- C. 2.24L (标准状况) 苯在 O_2 中完全燃烧，得到 $0.6N_A$ 个 CO_2 分子
- D. 密闭容器中 1 mol PCl_3 与 1 mol Cl_2 反应制备 PCl_5 (g)，增加 $2N_A$ 个 P-Cl 键

【答案】A

【解析】A. ^{11}B 中含有 6 个中子，0.1mol ^{11}B 含有 $6N_A$ 个中子，A 正确；B. 溶液体积未定，不能计算氢离子个数，B 错误；C. 标准状况下苯是液体，不能利用气体摩尔体积计算 2.24L 苯完全燃烧产生的 CO_2 分子数目，C 错误；D. PCl_3 与 Cl_2 反应生成 PCl_5 的反应是可逆反应，所以 1mol PCl_3 与 1mol Cl_2 反应制备 PCl_5 ，增加的 P-Cl 键的数目小于 $2N_A$ 个，D 错误，答案选 A。

11. 全固态锂硫电池能量密度高、成本低，其工作原理如图所示，其中电极 a 常用掺有石墨烯的 S_8 材料，电池反应为： $16\text{Li} + x\text{S}_8 = 8\text{Li}_2\text{S}_x$ ($2 \leq x \leq 8$)。下列说法错误的是



- A. 电池工作时，正极可发生反应： $2\text{Li}_2\text{S}_6 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = 3\text{Li}_2\text{S}_4$
- B. 电池工作时，外电路中流过 0.02 mol 电子，负极材料减重 0.14 g
- C. 石墨烯的作用主要是提高电极 a 的导电性
- D. 电池充电时间越长，电池中的 Li_2S_2 量越多

【答案】D

【解析】A. 原电池工作时， Li^+ 向正极移动，则 a 为正极，正极上发生还原反应，随放电的多少可能发生多种反应，其中可能为 $2\text{Li}_2\text{S}_6 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = 3\text{Li}_2\text{S}_4$ ，故 A 正确；B. 原电池工作时，转移 0.02mol 电子时，氧



化 Li 的物质的量为 0.02mol, 质量为 0.14g, 故 B 正确; C. 石墨能导电, 利用石墨烯作电极, 可提高电极 a 的导电性, 故 C 正确; D. 电池充电时间越长, 转移电子数越多, 生成的 Li 和 S₈ 越多, 即电池中 Li₂S₂ 的量越少, 故 D 错误; 答案为 A。

12. 短周期元素 W、X、Y 和 Z 在周期表中的相对位置如表所示, 这四种元素原子的最外电子数纸盒为 21。下列关系正确的是

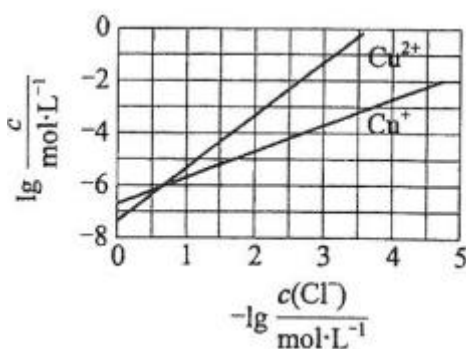
| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| | | W | X | |
| Y | | | | Z |

- A. 氢化物沸点: W<Z B. 氧化物对应水化物的酸性: Y>W
C. 化合物熔点: Y₂X₃<YZ₃ D. 简单离子的半径: Y<X

【答案】D

【解析】由图表可知, W 为 N 元素、X 为 O 元素、Y 为 Al 元素、Z 为 Cl 元素; A. NH₃ 分子间有氢键, 其沸点比 HCl 高, 故 A 错误; B. Al(OH)₃ 显两性, N 元素的氧化物对应的水化物 HNO₃、HNO₂ 均显酸性, 故 B 错误; C. Al₂O₃ 是离子晶体, 高熔点, 而 AlCl₃ 是分子晶体, 熔点低, 故 C 错误; D. Al³⁺ 和 O²⁻ 离子结构相同, 核电荷数大, 离子半径小, 故 D 正确; 答案为 D。

13. 在湿法炼锌的电解循环溶液中, 较高浓度的 Cl⁻ 会腐蚀阳极板而增大电解能耗。可向溶液中同时加入 Cu 和 CuSO₄, 生成 CuCl 沉淀从而除去 Cl⁻。根据溶液中平衡时相关离子浓度的关系图, 下列说法错误的是



- A. $K_{sp}(\text{CuCl})$ 的数量级为 10^{-7}
B. 除 Cl⁻ 反应为 $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^{-} = 2\text{CuCl}$
C. 加入 Cu 越多, Cu⁺ 浓度越高, 除 Cl⁻ 效果越好
D. $2\text{Cu}^{+} = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ 平衡常数很大, 反应趋于完全

【答案】C



【解析】A. $K_{sp}(\text{CuCl})=c(\text{Cu}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$, 在横坐标为 1 时, 纵坐标 $\lg \frac{c(\text{Cu}^+)}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$ 大于 -6, 所以 $K_{sp}(\text{CuCl})$ 的数

量级是 10^{-7} , A 正确; B. 除去 Cl^- 反应应该是 $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- = 2\text{CuCl}$, B 正确; C. 只要 Cu 够用, 并不是加入 Cu 越多, 除 Cl^- 效果越好, C 错误; D. 在没有 Cl^- 存在的情况下, 反应 $2\text{Cu}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ 趋于完全, D 正确, 答案选 C。

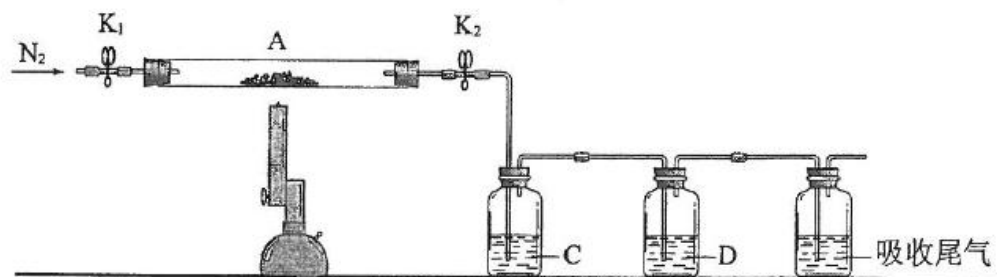
26. (14 分)

绿矾是含有一定量结晶水的硫酸亚铁, 在工农业生产中具有重要的用途。某化学兴趣小组对绿矾的一些性质进行探究。回答下列问题:

- (1) 在试管中加入少量绿矾样品, 加水溶解, 滴加 KSCN 溶液, 溶液颜色无明显变化。再向试管中通入空气, 溶液逐渐变红。由此可知: _____、_____。
- (2) 为测定绿矾中结晶水含量, 将石英玻璃管 (带端开关 K_1 和 K_2) (设为装置 A) 称重, 记为 $m_1 \text{ g}$ 。将样品装入石英玻璃管中, 再次将装置 A 称重, 记为 $m_2 \text{ g}$ 。按下图连接好装置进行实验。



- ①仪器 B 的名称是_____。
- ②将下列实验操作步骤正确排序_____ (填标号); 重复上述操作步骤, 直至 A 恒重, 记为 $m_3 \text{ g}$ 。
 a. 点燃酒精灯, 加热 b. 熄灭酒精灯 c. 关闭 K_1 和 K_2
 d. 打开 K_1 和 K_2 , 缓缓通入 N_2 e. 称量 A f. 冷却至室温
- ③根据实验记录, 计算绿矾化学式中结晶水数目 $x=$ _____ (列式表示)。若实验时按 a、d 次序操作, 则使 x _____ (填“偏大”“偏小”或“无影响”)。
- (3) 为探究硫酸亚铁的分解产物, 将 (2) 中已恒重的装置 A 接入下图所示的装置中, 打开 K_1 和 K_2 , 缓缓通入 N_2 , 加热。实验后反应管中残留固体为红色粉末。



①C、D 中的溶液依次为_____ (填标号)。C、D 中有气泡冒出, 并可观察到的现象分别为_____。

- a. 品红 b. NaOH c. BaCl₂ d. Ba(NO₃)₂ e. 浓 H₂SO₄

②写出硫酸亚铁高温分解反应的化学方程式_____。

【答案】

(1) 样品中无 Fe³⁺; 硫酸亚铁易被空气氧化为硫酸铁;

(2) ①干燥管 ② dabfce ③ $\frac{76(m_2 - m_3)}{9(m_3 - m_1)}$; 偏小;

(3) ①c、a; 产生白色沉淀、品红溶液褪色; ② $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3$

【解析】

(1) 样品溶于水滴加 KSCN 溶液, 溶液颜色无明显变化, 说明样品中无 Fe³⁺; 再向试管中通入空气, 溶液逐渐变红, 这说明有铁离子产生, 即硫酸亚铁易被空气氧化为硫酸铁, 铁离子遇 KSCN 溶液显红色;

(2) ①根据仪器构造可知 B 是干燥管;

②由于装置中含有空气, 空气能氧化硫酸亚铁, 所以加热前需要排尽装置中空气, 利用氮气排出空气, 为了使生成的水蒸气完全排除, 应该先熄灭酒精灯再冷却, 然后关闭 K₁ 和 K₂, 最后称量, 即正确的排序是 dabfce;

③样品的质量是 $m_2 - m_1$, 加热后剩余固体是硫酸亚铁, 根据铁原子守恒可知 $\frac{m_2 - m_1}{152 + 18x} = \frac{m_3}{152}$, 解得 $x = \frac{76(m_2 - m_1)}{9(m_3 - m_1)}$; 若实验时按 a、d 次序操作, 在加热过程中硫酸亚铁被空气氧化为硫酸铁, 导致 m_3 增

加, 因此 x 偏小;

(3) ①最终得到红棕色固体, 说明有氧化铁生成, 即分解过程发生了还原反应, 根据化合价变化可知一定有 SO₂ 生成, 这说明硫酸亚铁分解生成氧化铁、SO₂ 和三氧化硫。三氧化硫溶于水生成硫酸,

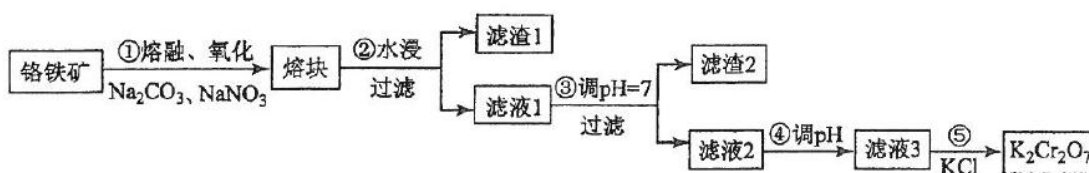


(4) 硫酸和钡离子结合生成白色沉淀硫酸钡，由于硝酸钡在酸性溶液中有氧化性，能氧化 SO_2 ，所以应该用氯化钡，检验 SO_2 用品红溶液，所以 C、D 的溶液依次为氯化钡溶液和品红溶液，实验现象是 C 中溶液变浑浊产生白色沉淀，D 中品红溶液褪色；

②根据以上分析可知硫酸亚铁高温分解的方程式为 $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2\uparrow + \text{SO}_3$ 。

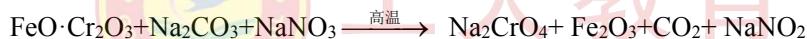
27. (15分)

重铬酸钾是一种重要的化工原料，一般由铬铁矿制备，铬铁矿的主要成分为 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ，还含有硅、铝等杂质。制备流程如图所示：



回答下列问题：

(1) 步骤①的主要反应为：

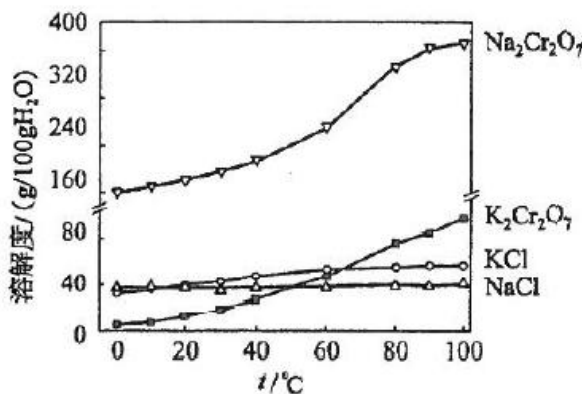


上述反应配平后 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ 与 NaNO_3 的系数比为 。该步骤不能使用陶瓷容器，原因是 。

(2) 滤渣 1 中含量最多的金属元素是 ，滤渣 2 的主要成分是 及含硅杂质。

(3) 步骤④调滤液 2 的 pH 使之变 (填“大”或“小”)，原因是 (用离子方程式表示)。

(4) 有关物质的溶解度如图所示。向“滤液 3”中加入适量 KCl，蒸发浓缩，冷却结晶，过滤得到 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体。冷却到 (填标号) 得到的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体产品最多。



- a. 80°C b. 60°C c. 40°C d. 10°C



步骤⑤的反应类型是_____。

(5) 某工厂用 m_1 kg 铬铁矿粉 (含 Cr_2O_3 40%) 制备 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 最终得到产品 m_2 kg, 产率为_____。

【答案】(1) 2:7 陶瓷在高温下会与 Na_2CO_3 反应

(2) 铁 $\text{Al}(\text{OH})_3$

(3) 小 增大溶液中 H^+ , 促进平衡 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 正向移动

(4) d 复分解反应

$$(5) \frac{190m_2}{147m_1} \times 100\%$$

【解析】(1) $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ 是还原剂, 完全氧化为 Na_2CrO_4 和 Fe_2O_3 , 每摩转移 7mol 电子, 而 NaNO_3 是氧化剂, 还原产物为 NaNO_2 , 每摩转移 2mol 电子, 根据电子守恒可知, $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ 和 NaNO_3 的系数比为 2:7; 陶瓷在高温下会与 Na_2CO_3 反应, 则熔融时不能使用陶瓷容器;

(2) 熔块中氧化铁不溶于水, 过滤后进入滤渣 1, 则滤渣 1 中含量最多的金属元素是铁; 滤液 1 中含有 AlO_2^- 、 SiO_3^{2-} 及 CrO_4^{2-} , 调节溶液 pH 并过滤后得滤渣 2 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$;

(3) 滤液 2 调节 pH 的目的是提高溶液的酸性, pH 变小; 因为溶液中存在 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 增大溶液中 H^+ 浓度, 可促进平衡正向移动, 提高溶液中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的浓度;

(4) 由图示可知, 在 10°C 左右时, 得到 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的固体最多, 故答案为 d; $2\text{KCl} + \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 的反应类型为复分解反应;

(5) 样品中 Cr_2O_3 的质量为 $m_1 \times 40\% \text{Kg}$, 则生成 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的理论质量为 $m_1 \times 40\% \text{Kg} \times \frac{294}{152}$, 则所得产

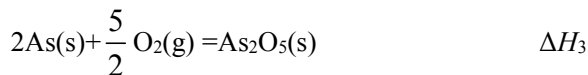
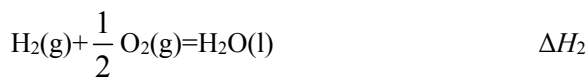
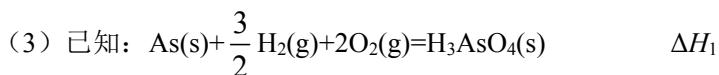
品的产率为 $m_2 \text{Kg} \div (m_1 \times 40\% \text{Kg} \times \frac{294}{152}) \times 100\% = \frac{190m_2}{147m_1} \times 100\%$ 。

28. (14 分)

砷 (As) 是第四周期 V A 族元素, 可以形成 As_2O_3 、 As_2O_5 、 H_3AsO_3 、 H_3AsO_4 等化合物, 有着广泛的用途。回答下列问题:

(1) 画出砷的原子结构示意图_____。

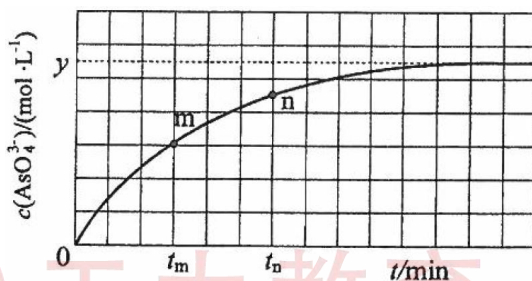
(2) 工业上常将含砷废渣 (主要成分为 As_2O_3) 制成浆状, 通入 O_2 氧化, 生成 H_3AsO_4 和单质硫。写出发生反应的化学方程式_____。该反应需要在加压下进行, 原因是_____。



则反应 $\text{As}_2\text{O}_5(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{H}_3\text{AsO}_4(\text{s})$ 的 $\Delta H =$ _____。

(4) 298 K 时, 将 20 mL $3x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_3\text{AsO}_3$ 、20 mL $3x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{I}_2$ 和 20 mL NaOH 溶液混合, 发生反应:

$\text{AsO}_3^{3-}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AsO}_4^{3-}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。溶液中 $c(\text{AsO}_4^{3-})$ 与反应时间 (t) 的关系如图所示。



①下列可判断反应达到平衡的是_____ (填标号)。

a. 溶液的 pH 不再变化

b. $v(\text{I}^-) = 2v(\text{AsO}_3^{3-})$

c. $c(\text{AsO}_4^{3-})/c(\text{AsO}_3^{3-})$ 不再变化

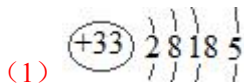
d. $c(\text{I}^-) = y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

② t_m 时, $v_{\text{正}}$ _____ $v_{\text{逆}}$ (填“大于”“小于”或“等于”)。

③ t_m 时 $v_{\text{逆}}$ _____ t_n 时 $v_{\text{逆}}$ (填“大于”“小于”或“等于”), 理由是_____。

④若平衡时溶液的 pH=14, 则该反应的平衡常数 K 为_____。

【答案】



(2) $2\text{As}_2\text{S}_3 + 5\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_3\text{AsO}_4 + 6\text{S}$ 增加反应物 O_2 的浓度, 能够有效提高 As_2S_3 的转化率

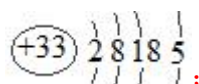
(3) $2\Delta H_1 - 3\Delta H_2 - \Delta H_3$

(4) ①ac、大于、小于、 t_m 时 AsO_4^{3-} 浓度更小, 反应速率更慢、 $K = \frac{4y^3}{(x-y)^2} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^{-1}$

【解析】



(1) 砷是 33 号元素, 原子核外电子排布式 $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^3$, 原子结构示意图正确答案:



(2) 原已知可以得到 $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{S}$, As_2S_3 总共升高 10 价, 得失电子配平得 $2\text{As}_2\text{S}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{H}_3\text{AsO}_4 + 6\text{S}$, 再考虑质量守恒, 反应前少 12H、6O, 所以反应原理为 $2\text{As}_2\text{S}_3 + 5\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_3\text{AsO}_4 + 6\text{S}$ 。

该反应加压时, 增加反应物 O_2 的浓度, 平衡正向移动, 能够有效提高 As_2S_3 的转化率;

(3) 待求解反应可以由反应① \times 2-反应② \times 3-反应③, 则 $\Delta H = 2\Delta H_1 - 3\Delta H_2 - \Delta H_3$;

(4) ①a 溶液 pH 不变时, 则 $c(\text{OH}^-)$ 也保持不变, 反应处于平衡状态; b 根据速率关系, $v(\text{I}^-)/2 = v(\text{AsO}_3^{3-})$, 则 b 的等式始终成立, 反应不一定处于平衡状态; c 由于提供的 Na_3AsO_3 总量一定, 所以 $c(\text{AsO}_4^{3-})/c(\text{AsO}_3^{3-})$ 不再变化时, $c(\text{AsO}_4^{3-})$ 与 $c(\text{AsO}_3^{3-})$ 也保持不变, 反应处于平衡状态; d $c(\text{I}^-) = y \text{ mol/L}$ 时, 从图中可以看出, 反应处于平衡状态。正确答案: ACD。②反应从正反应开始进行, t_m 时反应继续正向进行, $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ 。正确答案: 大于。③ t_m 时比 t_n 时 AsO_4^{3-} 浓度更小, 所以逆反应速率也更小, 正确答案: 小于、 t_m 时 AsO_4^{3-} 浓度更小, 反应速率更慢。④反应前, 三种溶液混合后, Na_3AsO_3 浓度为

$3x \text{ mol/L} \times \frac{20}{20+20+20} = x \text{ mol/L}$, 同理 I_2 浓度为 $x \text{ mol/L}$, 反应达到平衡时, 生成 $c(\text{AsO}_4^{3-})$ 为 $y \text{ mol/L}$, 则反应生成 I^- 浓度 $c(\text{I}^-) = 2y \text{ mol/L}$, 消耗 AsO_3^{3-} 、 I_2 浓度均为 $y \text{ mol/L}$, 平衡时 $c(\text{AsO}_3^{3-})$ 为 $(x-y) \text{ mol/L}$,

$c(\text{I}_2)$ 为 $(x-y) \text{ mol/L}$, 溶液中 $c(\text{OH}^-) = 1 \text{ mol/L}$, $K = \frac{y \cdot (2y)^2}{(x-y) \cdot (x-y) \times 1^2} = \frac{4y^3}{(x-y)^2}$ 。

35. [化学——选修 3: 物质结构与性质] (15 分)

研究发现, 在 CO_2 低压合成甲醇反应 ($\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$) 中, Co 氧化物负载的 Mn 氧化物纳米粒子催化剂具有高活性, 显示出良好的应用前景。学科+网回答下列问题:

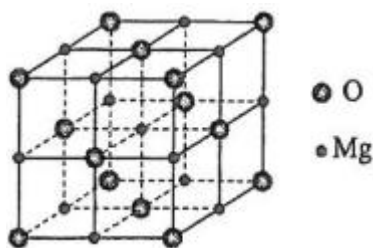
(1) Co 基态原子核外电子排布式为_____。元素 Mn 与 O 中, 第一电离能较大的是_____, 基态原子核外未成对电子数较多的是_____。

(2) CO_2 和 CH_3OH 分子中 C 原子的杂化形式分别为_____和_____。

(3) 在 CO_2 低压合成甲醇反应所涉及的 4 种物质中, 沸点从高到低的顺序为_____, 原因是_____。

(4) 硝酸锰是制备上述反应催化剂的原料, $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 中的化学键除了 σ 键外, 还存在_____。

(5) MgO 具有 NaCl 型结构 (如图), 其中阴离子采用面心立方最密堆积方式, X 射线衍射实验测得 MgO 的晶胞参数为 $a = 0.420 \text{ nm}$, 则 $r(\text{O}^{2-})$ 为_____ nm。MnO 也属于 NaCl 型结构, 晶胞参数为 $a' = 0.448 \text{ nm}$, 则 $r(\text{Mn}^{2+})$ 为_____ nm。



【答案】

(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ 或 $[\text{Ar}] 3d^7 4s^2$ O Mn

(2) sp sp^3

(3) $\text{H}_2\text{O} > \text{CH}_3\text{OH} > \text{CO}_2 > \text{H}_2$, H_2O 与 CH_3OH 均为非极性分子, H_2O 中氢键比甲醇多, CO_2 分子量较大, 范德华力较大

(4) π 键、离子键 (5) 0.148 0.076

【解析】

(1) Co 是 27 号元素, 位于元素周期表第 4 周期第 VIII 族, 其基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ 或 $[\text{Ar}] 3d^7 4s^2$ 。元素 Mn 与 O 中, 由于 O 元素是非金属性而 Mn 是过渡元素, 所以第一电离能较大的是 O。O 基态原子价电子为 $2s^2 2p^4$, 所以其核外未成对电子数是 2, 而 Mn 基态原子价电子排布为 $3d^5 4s^2$, 所以其核外未成对电子数是 5, 因此核外未成对电子数较多的是 Mn。

(2) CO_2 和 CH_3OH 的中心原子 C 原子的价层电子对数分别为 2 和 4, 所以 CO_2 和 CH_3OH 分子中 C 原子的杂化形式分别为 sp 和 sp^3 。

(3) 在 CO_2 低压合成甲醇反应所涉及的 4 种物质中, 沸点从高到低的顺序为 $\text{H}_2\text{O} > \text{CH}_3\text{OH} > \text{CO}_2 > \text{H}_2$, 原因是常温下水和甲醇是液体而二氧化碳和氢气是气体, 液体的沸点高于气体; H_2O 与 CH_3OH 均为非极性分子, H_2O 中氢键比甲醇多, 所以水的沸点高于甲醇; 二氧化碳的相对分子质量比氢气大, 所以二氧化碳分子间作用力较大、沸点较高。

(4) 硝酸锰是离子化合物, 硝酸根和锰离子之间形成离子键, 硝酸根中 N 原子与 3 个氧原子形成 3 个 σ 键, 硝酸根中有一个氮氧双键, 所以还存在 π 键。

(5) 因为 O^{2-} 是面心立方最密堆积方式, 面对角线是 O^{2-} 半径的 4 倍, 即 $4r = \sqrt{2} a$, 解得

$$r = \frac{\sqrt{2}}{4} \times 0.420 \text{ nm} = 0.148 \text{ nm}; \text{MnO 也属于 NaCl 型结构, 根据晶胞的结构, Mn}^{2+} \text{ 构成的是体心立方堆积,}$$

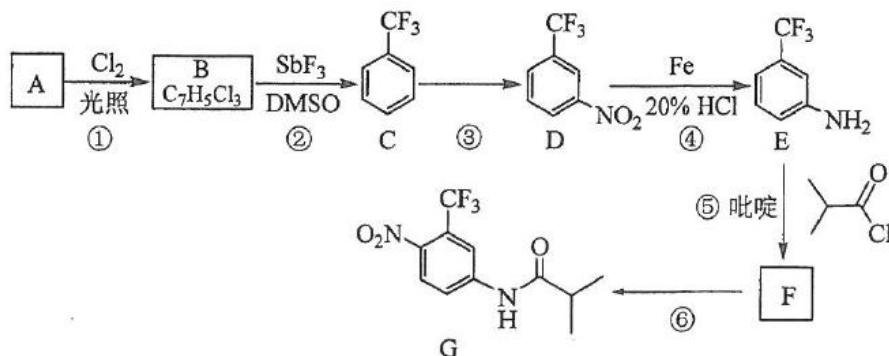
体对角线是 Mn^{2+} 半径的 4 倍, 面上相邻的两个 Mn^{2+} 距离是此晶胞的一半, 因此有



$$\frac{\sqrt{3}}{4} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0.448 \text{ nm} = 0.076 \text{ nm}.$$

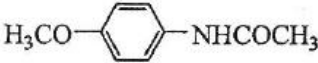
36. [化学——选修 5: 有机化学基础] (15 分)

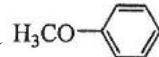
氟他胺 G 是一种可用于治疗肿瘤的药物。实验室由芳香烃 A 制备 G 的合成路线如下:



回答下列问题:

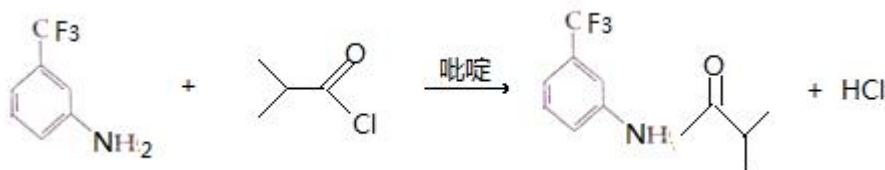
- (1) A 的结构简式为_____。C 的化学名称是_____。
- (2) ③的反应试剂和反应条件分别是_____，该反应的类型是_____。
- (3) ⑤的反应方程式为_____。吡啶是一种有机碱，其作用是_____。
- (4) G 的分子式为_____。
- (5) H 是 G 的同分异构体，其苯环上的取代基与 G 的相同但位置不同，则 H 可能的结构有_____种。

- (6) 4-甲氧基乙酰苯胺 () 是重要的精细化工中间体，写出由苯甲醚

() 制备 4-甲氧基乙酰苯胺的合成路线_____ (其他试剂任选)。

【答案】

- (1) ，三氟甲苯；(2) 浓硝酸、浓硫酸，并加热 取代反应；(3)



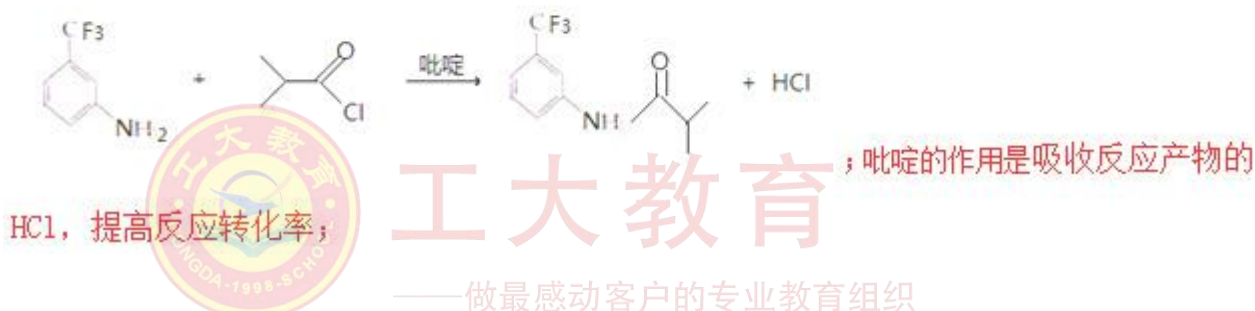
- 吸收反应产物的 HCl，提高反应转化率 (4) $C_{11}H_{11}O_3N_2F_3$ (5) 9 种 (6)



【解析】

(1) 反应①发生取代反应, 应取代苯环取代基上的氢原子, 根据 B 的结构简式, A 为甲苯, 即结构简式为: , C 的化学名称为三氟甲苯;

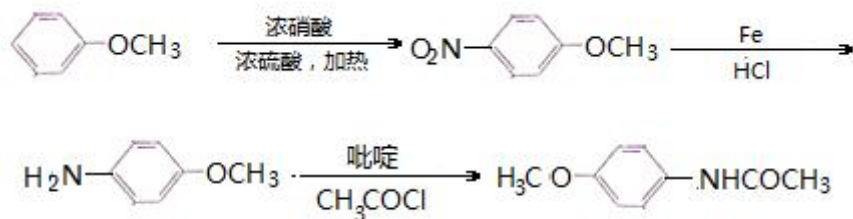
(2) 反应③是 C 上引入 $-\text{NO}_2$, 且在对位, C 与浓硝酸、浓硫酸, 并且加热得到, 此反应类型为取代反应; (3) 根据 G 的结构简式, 反应⑤发生取代反应, Cl 取代氨基上的氢原子, 即反应方程式为:



(4) 根据有机物成键特点, G 的分子式为: $\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}_2\text{F}_3$;

(5) $-\text{CF}_3$ 和 $-\text{NO}_2$ 处于邻位, 另一个取代基在苯环上有 3 种位置, $-\text{CF}_3$ 和 $-\text{NO}_2$ 处于间位, 另一取代基在苯环上有 4 种位置, $-\text{CF}_3$ 和 $-\text{NO}_2$ 属于对位, 另一个取代基在苯环上有 2 种位置, 因此共有 9 种结构;

(6) 根据目标产物和流程图, 苯甲醚应首先与混酸反应, 在对位上引入硝基, 然后在铁和 HCl 作用下 $-\text{NO}_2$ 转化成 $-\text{NH}_2$, 最后在吡啶作用下与 CH_3COCl 反应生成目标产物, 合成路线是:





2017 年高考新课标 3 卷理综物理

正式解析

一、选择题：本题共 13 个小题，每小题 6 分，共 78 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。

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 14~18 题只有一项符合题目要求，第 19~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

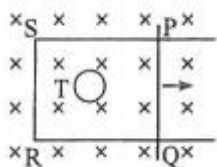
14. 2017 年 4 月，我国成功发射的天舟一号货运飞船与天宫二号空间实验室完成了首次交会对接，对接形成的组合体仍沿天宫二号原来的轨道（可视为圆轨道）运行。与天宫二号单独运行相比，组合体运行的

- A. 周期变大
- B. 速率变大
- C. 动能变大
- D. 向心加速度变大

【答案】C

【解析】因为对接前后，轨道半径没有改变，周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ，速率 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ，向心加速度 $a = \frac{GM}{r^2}$ ，所以前后周期、速率、向心加速度不变，但质量变大，动能变大，故 C 正确，A、B、D 错误。

15. 如图，在方向垂直于纸面向里的匀强磁场中有一 U 形金属导轨，导轨平面与磁场垂直。金属杆 PQ 置于导轨上并与导轨形成闭合回路 PQRS，一圆环形金属框 T 位于回路围成的区域内，线框与导轨共面。现让金属杆 PQ 突然向右运动，在运动开始的瞬间，关于感应电流的方向，下列说法正确的是



- A. PQRS 中沿顺时针方向，T 中沿逆时针方向
- B. PQRS 中沿顺时针方向，T 中沿顺时针方向
- C. PQRS 中沿逆时针方向，T 中沿逆时针方向
- D. PQRS 中沿逆时针方向，T 中沿顺时针方向

【答案】D

【解析】因为 PQ 突然向右运动，由右手定则可知，PQRS 中有沿逆时针方向的感应电流，穿过 T 中的磁通量减小，由楞次定律可知，T 中有沿顺时针方向的感应电流，故 D 正确，A、B、C 错误。

16. 如图，一质量为 m ，长度为 l 的均匀柔软细绳 PQ 竖直悬挂。用外力将绳的下端 Q 缓慢地竖直向上拉起至 M 点，M 点与绳的上端 P 相距 $\frac{1}{3}l$ 。重力加速度大小为 g 。在此过程中，外力做的功为



- A. $\frac{1}{9}mgl$ B. $\frac{1}{6}mgl$ C. $\frac{1}{3}mgl$ D. $\frac{1}{2}mgl$

【答案】A

【解析】由过程中，PM段细绳的机械能不变，MQ段细绳的机械能的增量

$$\Delta E = \frac{2}{3}mg\left(-\frac{1}{6}l\right) - \frac{2}{3}mg\left(-\frac{1}{3}l\right) = \frac{1}{9}mgl$$

，由功能原理可知：在此过程中，外力做的功为 $W = \frac{1}{9}mgl$

故 A 正确，B、C、D 错误

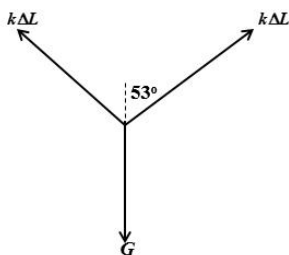
17. 一根轻质弹性绳的两端分别固定在水平天花板上相距 80cm 的两点上，弹性绳的原长也为 80cm。将一钩码挂在弹性绳的中点，平衡时弹性绳的总长度为 100cm；再将弹性绳的两端缓慢移至天花板上的同一点，则弹性绳的总长度变为（弹性绳的伸长始终处于弹性限度内）

- A. 86cm B. 92cm C. 98cm D. 104cm

【答案】B

【解析】设弹性绳的劲度系数为 k 。左右两半段绳的伸长量 $\Delta L = \frac{100\text{cm} - 80\text{cm}}{2} = 10\text{cm}$ ，如图所示，由

共点力的平衡条件可知：

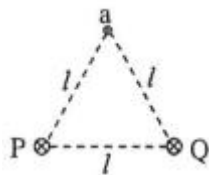


钩码的重力为 $G = 2k\Delta L \cos 53^\circ$

将弹性绳的两端缓慢移至天花板上的同一点时，钩码的重力为 $G = 2k\Delta L'$ ，解得： $\Delta L' = \frac{3}{5}L = 6\text{cm}$

弹性绳的总长度变为 $L_0 + 2\Delta L' = 92\text{cm}$ ，故 B 正确，A、C、D 错误。

18. 如图，在磁感应强度大小为 B_0 的匀强磁场中，两长直导线 P 和 Q 垂直于纸面固定放置，两者之间的距离为 l 。在两导线中均通有方向垂直于纸面向里的电流 I 时，纸面内与两导线距离为 l 的 a 点处的磁感应强度为零。如果让 P 中的电流反向、其他条件不变，则 a 点处磁感应强度的大小为

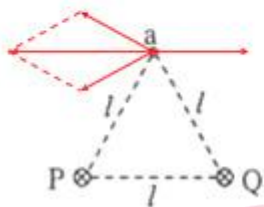


- A. 0 B. $\frac{\sqrt{3}}{3}B_0$ C. $\frac{2\sqrt{3}}{3}B_0$ D. $2B_0$

【答案】C

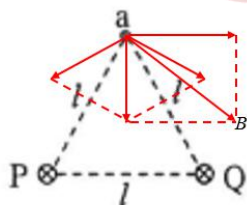
【解析】如图所示，P、Q中的电流在a点产生的磁感应强度大小相等，设为 B_1 ，由几何关系可知两

$$B_1 = \frac{\sqrt{3}}{3}B_0$$



如果让P中的电流反向、其他条件不变时，如图所示，由几何关系可知：a点处磁感应强度的大小为

$$B = \sqrt{B_0^2 + B_1^2} = \frac{2\sqrt{3}}{3}B_0$$
，故C正确，A、B、D错误。



19. 在光电效应试验中，分别用频率为 ν_a 、 ν_b 的单色光a、b照射到同种金属上，测得相应的遏止电压分别为 U_a 和 U_b 、光电子的最大初动能分别为 E_{ka} 和 E_{kb} 。 h 为普朗克常量。下列说法正确的是

- A. 若 $\nu_a > \nu_b$ ，则一定有 $U_a < U_b$
 B. 若 $\nu_a > \nu_b$ ，则一定有 $E_{ka} > E_{kb}$
 C. 若 $U_a < U_b$ ，则一定有 $E_{ka} < E_{kb}$
 D. 若 $\nu_a > \nu_b$ ，则一定有 $h\nu_a - E_{ka} > h\nu_b - E_{kb}$

【答案】BC

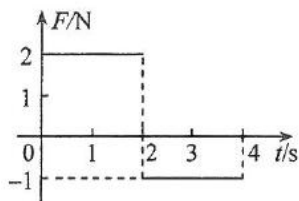
【解析】由爱因斯坦光电效应方程 $E_{km} = h\nu - W$ ，由动能定理可得： $E_{km} = eU$ ，所以当 $\nu_a > \nu_b$ 时，

$U_a > U_b$ ， $E_{ka} > E_{kb}$ 。故A错误，B正确；若 $U_a < U_b$ ，则一定有 $E_{ka} < E_{kb}$ ，故C正确；由光电效应方



程可得: 金属的逸出功 $W = h\nu_a - E_{ka} = h\nu_b - E_{kb}$, 故 D 错误。

20. 一质量为 2 kg 的物块在合外力 F 的作用下从静止开始沿直线运动。 F 随时间 t 变化的图线如图所示, 则

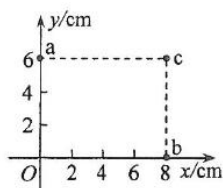


- A. $t=1$ s 时物块的速率为 1 m/s
- B. $t=2$ s 时物块的动量大小为 4 kg·m/s
- C. $t=3$ s 时物块的动量大小为 5 kg·m/s
- D. $t=4$ s 时物块的速度为零

【答案】 AB

【解析】 由动量定理可得: $Ft=mv$, 解得 $v = \frac{Ft}{m}$, $t=1$ s 时物块的速率为 $v = \frac{Ft}{m} = \frac{2 \times 1}{2}$ m/s = 1 m/s, 故 A 正确; 在 $F-t$ 图中面积表示冲量, 所以, $t=2$ s 时物块的动量大小 $p = Ft = 2 \times 2$ kg·m/s = 4 kg·m/s, $t=3$ s 时物块的动量大小为 $p' = (2 \times 2 - 1 \times 1)$ kg·m/s = 3 kg·m/s, $t=4$ s 时物块的动量大小为 $p'' = (2 \times 2 - 1 \times 2)$ kg·m/s = 2 kg·m/s, 所以 $t=4$ s 时物块的速度为 1 m/s, 故 B 正确, C、D 错误。

21. 一匀强电场的方向平行于 xOy 平面, 平面内 a、b、c 三点的位置如图所示, 三点的电势分别为 10 V、17 V、26 V。下列说法正确的是



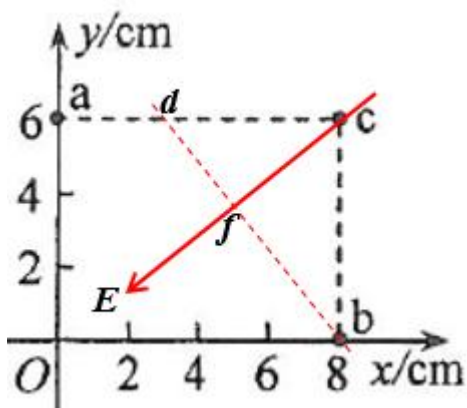
- A. 电场强度的大小为 2.5 V/cm
- B. 坐标原点处的电势为 1 V
- C. 电子在 a 点的电势能比在 b 点的低 7 eV
- D. 电子从 b 点运动到 c 点, 电场力做功为 9 eV

【答案】 ABD

【解析】 如图所示, 设 ac 之间的 d 点电势与 b 点相同, 则 $\frac{ad}{dc} = \frac{10-17}{17-26} = \frac{7}{9}$, 所以 d 点的坐标为 (3.5cm, 6cm), 过 c 点作等势线 bd 的垂线, 由几何关系可得 cf 的长度为 3.6cm。 电场强度的大小



$$E = \frac{U}{d} = \frac{(26-17)V}{3.6\text{cm}} = 2.5V/\text{cm}, \text{ 故 A 正确;}$$



因为 $Oacb$ 是矩形, 所以有 $U_{ac} = U_{ob}$ 解得坐标原点 O 处的电势为 $1V$, 故 B 正确; a 点电势比 b 点电势低 $7V$, 电子带负电, 所以电子在 a 点的电势能比在 b 点的高 $7eV$ 。故 C 错误; b 点电势比 c 点电势低 $9V$, 电子从 b 点运动到 c 点, 电场力做功为 $9eV$, 故 D 正确。

三、非选择题: 共 174 分。第 22~32 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 129 分。

22. (6 分)

某探究小组做“验证力的平行四边形定则”实验, 将画有坐标轴 (横轴为 x 轴, 纵轴为 y 轴, 最小刻度表示 1mm) 的纸贴在桌面上, 如图 (a) 所示。将橡皮筋的一端 Q 固定在 y 轴上的 B 点 (位于图示部分除外), 另一端 P 位于 y 轴上的 A 点时, 橡皮筋处于原长。

(1) 用一只测力计将橡皮筋的 P 端沿 y 轴从 A 点拉至坐标原点 O , 此时拉力 F 的大小可由测力计读出。测力计的示数如图 (b) 所示, F 的大小为 _____ N 。

(2) 撤去 (1) 中的拉力, 橡皮筋 P 端回到 A 点; 现使用两个测力计同时拉橡皮筋, 再次将 P 端拉至 O 点, 此时观察到两个拉力分别沿图 (a) 中两条虚线所示的方向, 由测力计的示数读出两个拉力的大小分别为 $F_1=4.2\text{N}$ 和 $F_2=5.6\text{N}$ 。

(i) 用 5mm 长度的线段表示 1N 的力, 以 O 点为作用点, 在图 (a) 中画出力 F_1 、 F_2 的图示, 然后按平行四边形定则画出它们的合力 $F_{\text{合}}$;



图 (a)

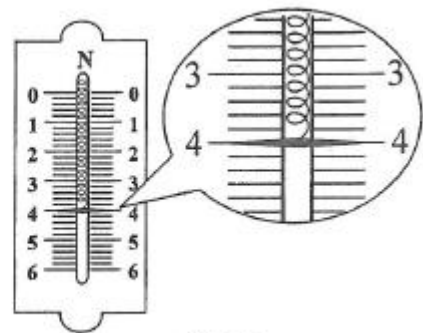


图 (b)

(ii) $F_{\text{合}}$ 的大小为 _____ N, $F_{\text{合}}$ 与拉力 F 的夹角的正切值为 _____。

若 $F_{\text{合}}$ 与拉力 F 的大小及方向的偏差均在实验所允许的误差范围之内, 则该实验验证了力的平行四边形定则。

【答案】 (1) 4.0N; (2) (i) 见解析; (ii) 4.0; 0.05

【解析】 (1) 由图可知, F 的大小为 4.0N

(2) (i) 如图所示

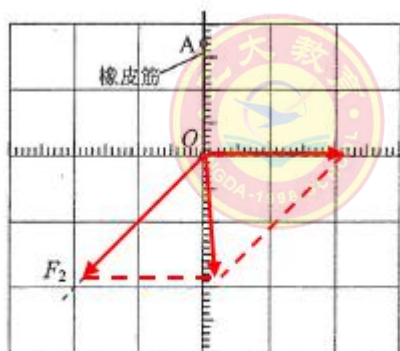


图 (a)

工大教育

——做最感动客户的专业教育组织

(ii) 用刻度尺量出 $F_{\text{合}}$ 的线段长为 20mm, 所以 $F_{\text{合}}$ 大小为 4.0N, $F_{\text{合}}$ 与拉力 F 的夹角的正切值为 0.05

23. (9分)

图 (a) 为某同学组装完成的简易多用电表的电路图。图中 E 是电池; R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 和 R_5 是固定电阻, R_6 是可变电阻; 表头 G 的满偏电流为 $250 \mu\text{A}$, 内阻为 480Ω 。虚线方框内为换挡开关, A 端和 B 端分别于两表笔相连。该多用电表有 5 个挡位, 5 个挡位为: 直流电压 1 V 挡和 5 V 挡, 直流电流 1 mA 挡和 2.5 mA 挡, 欧姆 $\times 100 \Omega$ 挡。

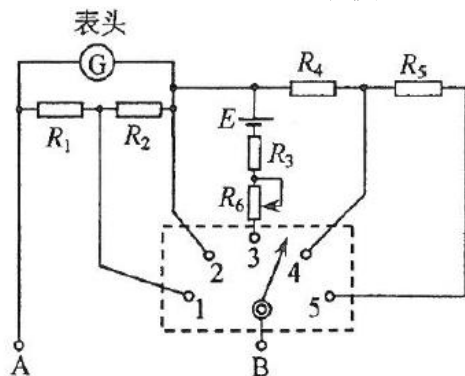


图 (a)

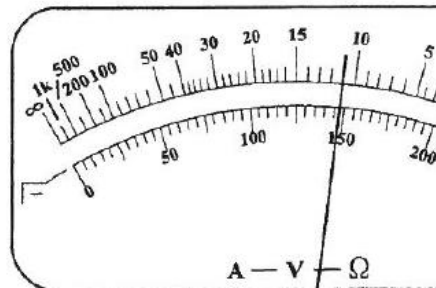


图 (b)

- (1) 图 (a) 中的 A 端与_____ (填“红”或“黑”) 色表笔相连接。
- (2) 关于 R_6 的使用, 下列说法正确的是_____ (填正确答案标号)。
- A. 在使用多用电表之前, 调整 R_6 使电表指针指在表盘左端电流“0”位置
- B. 使用欧姆挡时, 先将两表笔短接, 调整 R_6 使电表指针指在表盘右端电阻“0”位置
- C. 使用电流挡时, 调整 R_6 使电表指针尽可能指在表盘右端电流最大位置
- (3) 根据题给条件可得 $R_1+R_2=$ _____ Ω , $R_4=$ _____ Ω 。
- (4) 某次测量时该多用电表指针位置如图 (b) 所示。若此时 B 端是与“1”连接的, 则多用电表读数为_____ ; 若此时 B 端是与“3”连接的, 则读数为_____ ; 若此时 B 端是与“5”连接的, 则读数为_____。(结果均保留 3 为有效数字)

【答案】 (1) 黑; (2) B; (3) 160 Ω ; 880 Ω ; (4) 1.47mA; $1.10 \times 10^3 \Omega$; 2.95V

【解析】 (1) 与欧姆表内电源正极相连的是黑表笔。

(2) R_6 是可变电阻, 它的作用就是欧姆表调零的作用, 也就是使用欧姆挡时, 先将两表笔短接, 调整 R_6 使电表指针指在表盘右端电阻“0”位置。

(3) 换挡开关接 2 时, 是量程较小的电流表, 所以 $R_1+R_2 = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = 160 \Omega$;

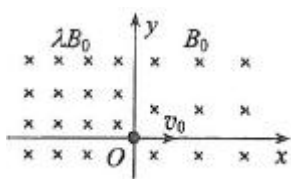
换挡开关接 4 时, 是量程较小的电压表, 这时表头与 R_1 、 R_2 并联组成新表头, 新表头的内阻

$$r = \frac{(R_1 + R_2)R_g}{R_1 + R_2 + R_g} = 120 \Omega, \text{ 新表头的量程是 } 1\text{mA}, \text{ 所以 } R_4 = \frac{U_1}{I_1} - r = \frac{1}{1 \times 10^{-3}} \Omega - 120 \Omega = 880 \Omega$$

(4) 某次测量时该多用电表指针位置如图 (b) 所示。若此时 B 端是与“1”连接的, 好像时多用表是量程为 1mA 的电流表, 则多用电表读数为 1.47mA; 若此时 B 端是与“3”连接的, 此时多用表是欧姆 $\times 100 \Omega$ 挡, 则读数为 $1.10 \times 10^3 \Omega$; 若此时 B 端是与“5”连接的, 量程为 5V 电压表, 则读数为 2.95V。

24. (12分)

如图, 空间存在方向垂直于纸面 (xOy 平面) 向里的磁场。在 $x \geq 0$ 区域, 磁感应强度的大小为 B_0 ; $x < 0$ 区域, 磁感应强度的大小为 λB_0 (常数 $\lambda > 1$)。一质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的带电粒子以速度 v_0 从坐标原点 O 沿 x 轴正向射入磁场, 此时开始计时, 当粒子的速度方向再次沿 x 轴正向时, 求 (不计重力)



- (1) 粒子运动的时间;
 (2) 粒子与 O 点间的距离。

【答案】 (1) $\frac{(\lambda+1)\pi m}{\lambda q B_0}$; (2) $d = \frac{2(\lambda-1)mv_0}{\lambda q B_0}$

【解析】 粒子的运动轨迹如图所示。带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的向心力由洛伦兹力提供，设在 $x \geq 0$ 区域，圆周半径 R_1 ；设在 $x < 0$ 区域，圆周半径 R_2 ；由洛伦兹力公式及牛顿运动定律得

$$qvB_0 = \frac{mv_0^2}{R_1} \quad ①$$

$$qv(\lambda B_0) = \frac{mv_0^2}{R_2} \quad ②$$

粒子速度方向转过 180° 时，所用时间 t_1 为

$$t_1 = \frac{\pi R_1}{v_0} \quad ③$$

粒子再转过 180° 时，所用时间 t_2 为

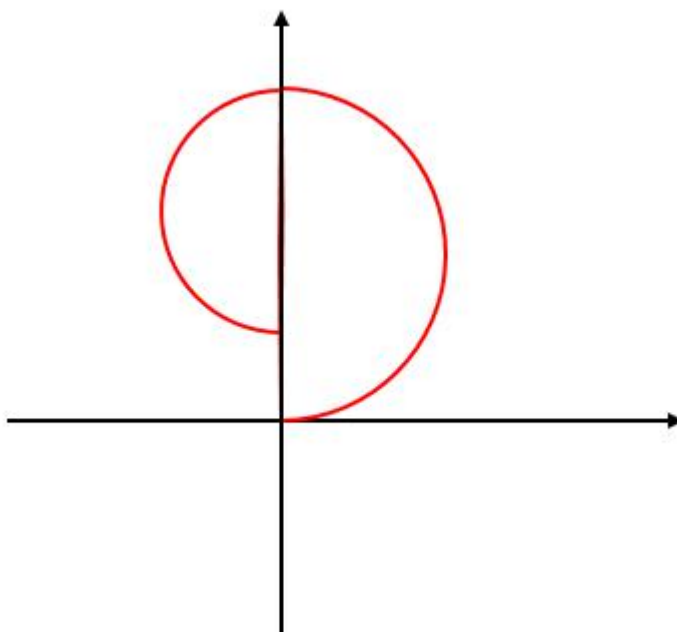
$$t_2 = \frac{\pi R_2}{v_0} \quad ④$$

联立①②③④式得，所求时间

$$t_0 = t_1 + t_2 = \frac{(\lambda+1)\pi m}{\lambda q B_0} \quad ⑤$$

(2) 由几何关系及①②式得，所求距离为

$$d = 2(R_1 - R_2) = \frac{2(\lambda-1)mv_0}{\lambda q B_0} \quad ⑥$$



25. (20分)

如图，两个滑块 A 和 B 的质量分别为 $m_A=1\text{ kg}$ 和 $m_B=5\text{ kg}$ ，放在静止于水平地面上的木板的两端，两者与木板间的动摩擦因数均为 $\mu_1=0.5$ ；木板的质量为 $m=4\text{ kg}$ ，与地面间的动摩擦因数为 $\mu_2=0.1$ 。某时刻 A 、 B 两滑块开始相向滑动，初速度大小均为 $v_0=3\text{ m/s}$ 。 A 、 B 相遇时， A 与木板恰好相对静止。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取重力加速度大小 $g=10\text{ m/s}^2$ 。求

- (1) B 与木板相对静止时，木板的速度；
- (2) A 、 B 开始运动时，两者之间的距离。

【答案】 (1) 1 m/s ；(2) 1.9 m

【解析】

(1) 滑块 A 和 B 在木板上滑动时，木板也在地面上滑动。设 A 、 B 与木板间的摩擦力的大小分别为 f_1 、 f_2 ，木板与地面间的摩擦力的大小为 f_3 ， A 、 B 、木板相对于地面的加速度大小分别是 a_A 、 a_B 和 a_1 在物块 B 与木板达到共同速度前有：

$$f_1 = \mu_1 m_A g \quad \text{①}$$

$$f_2 = \mu_1 m_B g \quad \text{②}$$

$$f_3 = \mu_2 (m_A + m_B + m) g \quad \text{③}$$

由牛顿第二定律得

$$f_1 = m_A a_A \quad \text{④}$$

$$f_2 = m_B a_B \quad \text{⑤}$$

$$f_2 - f_1 - f_3 = m a_1 \quad \text{⑥}$$



设在 t_1 时刻, B 与木板达到共同速度, 设大小为 v_1 。由运动学公式有

$$v_1 = v_0 - a_B t_1 \quad (7)$$

$$v_1 = a_1 t_1 \quad (8)$$

联立①②③④⑤⑥⑦⑧式, 代入数据解得:

$$v_1 = 1\text{m/s} \quad (9)$$

(2) 在 t_1 时间间隔内, B 相对于地面移动的距离

$$s_B = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_B t_1^2 \quad (10)$$

设在 B 与木板达到共同速度 v_1 后, 木板的加速度大小为 a_2 , 对于 B 与木板组成的体系, 由牛顿第二定律有:

$$f_1 + f_3 = (m_B + m) a_2 \quad (11)$$

由①②④⑤式知, $a_A = a_B$; 再由⑦⑧可知, B 与木板达到共同速度时, A 的速度大小也为 v_1 , 但运动方向与木板相反, 由题意知, A 和 B 相遇时, A 与木板的速度相同, 设其大小为 v_2 。设 A 的速度大小从 v_1 变到 v_2 所用时间为 t_2 , 根据运动学公式, 对木板有

$$v_2 = v_1 - a_2 t_2 \quad (12)$$

对 A 有

$$v_2 = -v_1 + a_A t_2 \quad (13)$$

在 t_2 时间间隔内, B (以及木板) 相对地面移动的距离为

$$s_1 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2 \quad (14)$$

在 $(t_1 + t_2)$ 时间间隔内, A 相对地面移动的距离为

$$s_A = v_0 (t_1 + t_2) - \frac{1}{2} a_A (t_1 + t_2)^2 \quad (15)$$

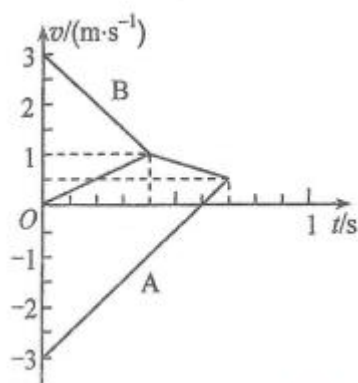
A 和 B 相遇时, A 与木板的速度也恰好相同, 因此 A 和 B 开始运动时, 两都之间的距离为

$$s_0 = s_A + s_1 + s_B \quad (16)$$

联立以上各式, 代入数据得

$$s_0 = 1.9\text{m} \quad (17)$$

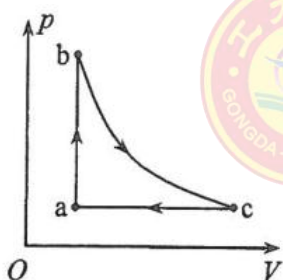
(也可以用下图的速度-时间图象做)



(二) 选考题: 共 45 分。请考生从 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答。如果多做, 则每学科按所做的第一题计分。

33. [物理——选修 3-3] (15 分)

(1) (5 分) 如图, 一定质量的理想气体从状态 a 出发, 经过等容过程 ab 到达状态 b , 再经过等温过程 bc 到达状态 c , 最后经等压过程 ca 回到状态 a 。下列说法正确的是_____ (填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)。

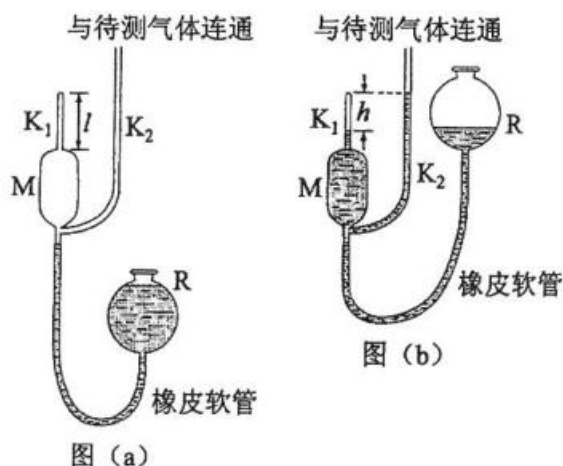


- A. 在过程 ab 中气体的内能增加
- B. 在过程 ca 中外界对气体做功
- C. 在过程 ab 中气体对外界做功
- D. 在过程 bc 中气体从外界吸收热量
- E. 在过程 ca 中气体从外界吸收热量

【答案】 ABD

【解析】 在过程 ab 中, 体积不变, 外界不对气体做功, 气体也不对外界做功, 压强增大, 温度升高, 内能增加, 故 A 正确、B、C 错误; 在过程 ca 中, 气体的体积缩小, 外界对气体做功, 故 B 正确; 在过程 bc 中, 温度不变, 内能不变, 体积增加, 气体对外界做功。由热力学第一定律可知, 气体要从外界吸收热量, 故 D 正确。在过程 ca 中, 压强不变, 体积变小, 温度降低, 故内能变小, 而外界对气体做功, 气体要向外界放出热量, 故 E 错误。

(2) (10 分) 一种测量稀薄气体压强的仪器如图 (a) 所示, 玻璃泡 M 的上端和下端分别连通两竖直玻璃细管 K_1 和 K_2 。 K_1 长为 l , 顶端封闭, K_2 上端与待测气体连通; M 下端经橡皮软管与充有水银的容器 R 连通。开始测量时, M 与 K_2 相通; 逐渐提升 R , 直到 K_2 中水银面与 K_1 顶端等高, 此时水银已进入 K_1 , 且 K_1 中水银面比顶端低 h , 如图 (b) 所示。设测量过程中温度、与 K_2 相通的待测气体的压强均保持不变。已知 K_1 和 K_2 的内径均为 d , M 的容积为 V_0 , 水银的密度为 ρ , 重力加速度大小为 g 。求:



- (i) 待测气体的压强;
- (ii) 该仪器能够测量的最大压强。

【答案】 (i) $P_x = \frac{\pi\rho g d^2 h^2}{4V_0 + \pi d^2(l-h)}$; (ii) $P_M = \frac{\pi\rho g d^2 l^2}{4V_0}$

【解析】

(i) 水银面上升至 M 的下端使玻璃泡中的气体恰好被封住, 设此时被封闭的气体的体积为 V , 压强等于待测气体的压强 p 。提升 R , 直到 K_2 中水银面与 K_1 顶端等高时, K_1 中的水银面比顶端低 h ; 设此时封闭气体的压强为 p_1 , 体积为 V_1 , 则

$$V = V_0 + \frac{\pi d^2 l}{4} \quad ①$$

$$V_1 = \frac{\pi d^2 h}{4} \quad ②$$

由力普平衡条件得

$$p_1 = p + \rho g h \quad ③$$

整个过程为等温过程, 由玻意耳定律得

$$pV = p_1 V_1 \quad ④$$

联立①②③④式得

$$p = \frac{\pi\rho g d^2 h^2}{4V_0 + \pi d^2(l-h)} \quad ⑤$$

(ii) 由题意知

$$h \leq l \quad ⑥$$

联立⑤⑥式有



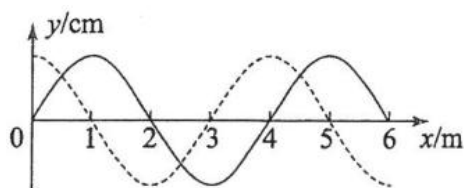
$$p \leq \frac{\pi \rho g d^2 l^2}{4V_0} \quad \textcircled{7}$$

该仪器能够测量的最大压强

$$p_{\max} = \frac{\pi \rho g d^2 l^2}{4V_0} \quad \textcircled{8}$$

34. [物理——选修3-4] (15分)

(1) (5分) 如图, 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播, 实线为 $t=0$ 时的波形图, 虚线为 $t=0.5$ s 时的波形图。已知该简谐波的周期大于 0.5 s。关于该简谐波, 下列说法正确的是_____ (填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)。

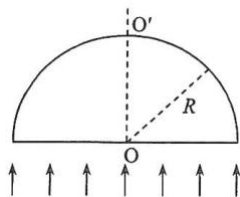


- A. 波长为 2 m
- B. 波速为 6 m/s
- C. 频率为 1.5 Hz
- D. $t=1$ s 时, $x=1$ m 处的质点处于波峰
- E. $t=2$ s 时, $x=2$ m 处的质点经过平衡位置

【答案】BCE

【解析】由波形图可知, 波长为 4m, 故 A 错误; 横波沿 x 轴正方向传播, 实线为 $t=0$ 时的波形图, 虚线为 $t=0.5$ s 时的波形图。又该简谐波的周期大于 0.5 s, 波传播的距离 $\Delta x = \frac{3}{4}\lambda$, $\frac{3}{4}T = 0.5$ s, 故周期 $T = \frac{2}{3}$ s, 频率为 1.5 Hz, 波速 $v = \lambda f = 6$ m/s, 故 B、C 正确; $t = 1$ s = $\frac{3}{2}T$, $t=0$ 时, $x=1$ m 处平衡位置, $t=1$ 时, 该质点处于应该在平衡位置向下振动, 故 D 错误, $t = 2$ s = $3T$ 是周期整数倍, 故 $t=0$ 时 $x=2$ m 在平衡位置, $t=2$ s 时, 该质点同样经过平衡位置, 故 E 正确

(2) (10分) 如图, 一半径为 R 的玻璃半球, O 点是半球的球心, 虚线 OO' 表示光轴 (过球心 O 与半球底面垂直的直线)。已知玻璃的折射率为 1.5。现有一束平行光垂直入射到半球的底面上, 有些光线能从球面射出 (不考虑被半球的内表面反射后的光线)。求:

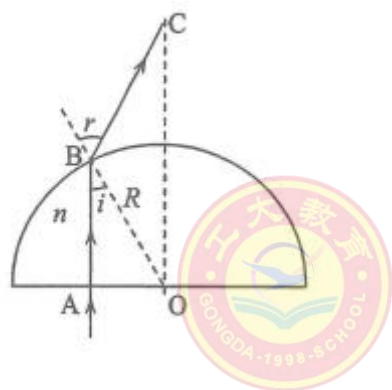


(i) 从球面射出的光线对应的入射光线到光轴距离的最大值;

(ii) 距光轴 $\frac{R}{3}$ 的入射光线经球面折射后与光轴的交点到 O 点的距离。

【答案】 (i) $\frac{2}{3}R$; (ii) $\frac{3(2\sqrt{2} + \sqrt{3})R}{5} \approx 2.74R$

【解析】



工大教育

——做最感动客户的专业教育组织

如图, 从底面上 A 处射入的光线, 在球面上发生折射时的入射角为 i , 当 i 等于全反射临界角 i_c 时, 对应入射光线到光轴的距离最大, 设最大距离为 l 。

$$i = i_c$$

设 n 是玻璃的折射率, 由全反射临界角的定义有

$$n \sin i_c = 1$$

由几何关系有

$$\sin i = \frac{l}{R}$$

联立①②③啊啊并利用题给条件, 得

$$l = \frac{2}{3}R$$



(ii) 设与光轴 $\frac{R}{3}$ 的光线在球面 B 点折射时的入射角和折射角分别为 i_1 和 r_1 , 由折射定律有

$$n \sin i_1 = \sin r_1$$

设折射光线与光轴的交点为 C , 在 $\triangle OBC$ 中, 由正弦定理有

$$\frac{\sin \angle C}{R} = \frac{\sin(180^\circ - r_1)}{OC}$$

由几何关系有

$$\angle C = r_1 - i_1$$

$$\sin i_1 = \frac{1}{3}$$

联立⑤⑥⑦⑧式及题给的条件得

$$OC = \frac{3(2\sqrt{2} + \sqrt{3})R}{5} \approx 2.74R$$

