

北京市东城区2017-2018学年度第二学期高三综合练习（二）

2018.5

理科生物部分

第一部分（选择题 共120分）

本部分共20小题，每小题6分，共120分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列关于生物技术应用的叙述，正确的是

- A. 可利用动物体细胞核移植技术制备单克隆抗体
- B. 可利用植物组织培养技术突破物种间的生殖隔离
- C. 可利用 DNA 重组技术定向改造生物的遗传性状
- D. 可利用 PCR 技术对蛋白质分子进行体外扩增

【答案】C

【解析】

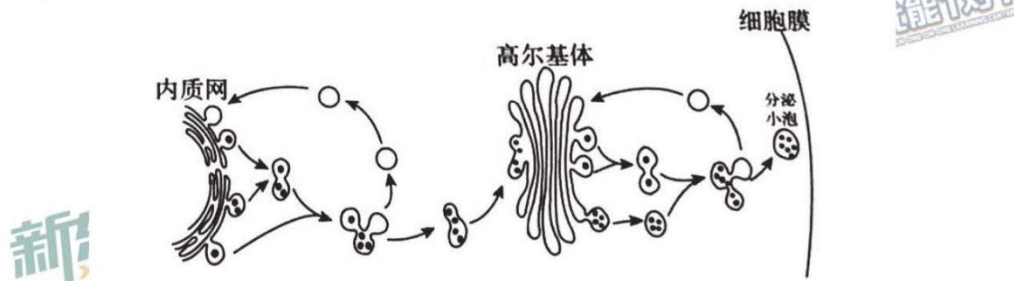
A. 制备单克隆抗体需用动物细胞融合技术将浆细胞与骨髓瘤细胞融合。故 A 错误。

B. 植物体细胞杂交技术可以打破生殖隔离，植物体细胞杂交过程中需要植物组织培养，但单独植物组织培养无法打破生殖隔离。故 B 错误。

C. DNA 重组技术即基因工程技术，优点为可以定向改造生物性状。故 C 正确。

D. PCR 技术扩增原理为 DNA 复制，只能对 DNA 体外扩增，故 D 错误。

2. 储存在真核细胞囊泡中的某些分泌蛋白只有在受到特定信号(催分泌剂)刺激时才被分泌到细胞外。下图表示细胞中某种消化酶的“浓缩”和运



- A. “浓缩”过程有利于集中释放分泌蛋白
- B. 催分泌剂作用后，分泌小泡会与细胞膜融合
- C. 膜的再循环途径保证了细胞器膜的含量相对稳定
- D. 消化酶分泌到细胞外是主动运输过程

【答案】D

【解析】

A.由图可知，内质网与高尔基体加工蛋白质后分泌小泡运输蛋白质，小泡相互融合将蛋白质集中分泌。故 A 正确。

B.分泌蛋白分泌方式为胞吐，胞吐过程需要分泌小泡与细胞膜融合，从而将分泌蛋白胞吐至细胞外。故 B 正确。

C.蛋白质的合成及分泌过程中会发现膜成分的交流及更新，内质网分泌小泡一部分回到自身一部分与高尔基体融合，该循环途径是为了保证膜含量的相对稳定。故 C 正确。

D.大分子物质跨膜运输方式为胞吞胞吐。故 D 错误。

3. 研究表明，线粒体功能异常与衰老的发生和发展密切相关。科研人员研究中药党参种衰老模型小鼠肝细胞线粒体中酶活性的影响，以此了解其对延缓衰老的作用及实验结果如下表。相关分析不合理的是

组别	a 酶活性相对值	b 酶活性相对值
正常小鼠组	11.76	52.44
模型小鼠组	7.75	38.57
党参提取物低剂量组	7.66	38.93
党参提取物中剂量组	9.81	43.15
党参提取物高剂量组	11.02	49.63

(注：a 酶存在于线粒体基质中，b 酶存在于线粒体内膜上，二者均与细胞呼吸相关)

- A. 细胞呼吸中 a 酶与 b 酶催化的反应均需消耗氧气
- B. 本实验中的正常小鼠组和模型小鼠组均为对照组
- C. 随着党参提取物剂量的升高，a 酶和 b 酶的活性逐渐增强
- D. 高剂量党参提取物可通过增强酶活性改善衰老小鼠的线粒体功能

【答案】A

【解析】

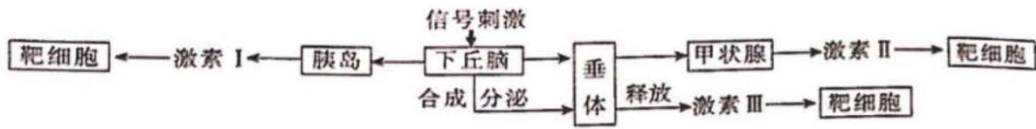
A.a 酶分布于线粒体基质，猜测与有氧呼吸第二阶段有关；b 酶分布于线粒体内膜，猜测与有氧呼吸第三阶段有关。故仅 b 酶催化反应需要氧气。故 A 错误。

B.正常小鼠组提供正常数据，模型小鼠组提供线粒体衰老时数据，均为对照组，实验组与对照组相比，可证明药物治疗效果。故 B 正确。

C.由图可知，随着党参提取物剂量升高，a 与 b 酶活性均上升。故 C 正确。

D.高剂量党参提取物可将 a 与 b 酶恢复至与正常接近，故得知可通过增强酶活性改善衰老小鼠线粒体功能，故 D 正确。

4. 下丘脑是人体内环境稳态调节中的重要器官。下列列相关叙述不正确的是



- A. 下丘脑既能接受神经信号也能接受激素信号的刺激
- B. 进食后，神经和激素共同调节血糖含量的稳定
- C. 寒冷刺激下，激素 II 含量上升受下丘脑和垂体的分级调节
- D. 饮水过多时，调节肾小管、集合管活动的激素 III 含量上升

【答案】D

【解析】

A.下丘脑为神经分泌细胞，即可作为神经中枢，也可分泌激素。故 A 正确。

B.血糖调节为神经体液共同调节，故 B 正确。

C.由图可知，激素 II 为甲状腺激素受到下丘脑和垂体共同参与的分级调节，故 C 正确。

D.由图可知，激素 III 为抗利尿激素；饮水过多时体内渗透压降低，抗利尿激素应减少。故 D 错误。

5. 美洲热带的切叶蚁只吃它们用叶子碎片“种”出来的真菌 A；真菌 B 会攻击并毁坏切叶蚁的菌圃；一种生活在切叶蚁身上的放线菌能产生抑制真菌 B 生长的抗生素；这种放线菌主要靠切叶蚁独特的腺体分泌物生存。根据上述信息，不能得出的推论是
- A. 切叶蚁单一的食性是自然选择的结果
 - B. 上述生物相互影响, 共同构成了生物群落
 - C. 切叶蚁和真菌 B 的种群数量相互制约
 - D. 切叶蚁和放线菌互惠互利，共同进化

【答案】 B

【解析】

- A. 自然选择决定进化方向。故 A 正确。
- B. 生态系统需包括该环境中全部生物。故 B 错误。
- C. 切叶蚁身上放线菌可抑制真菌 B 生长，真菌 B 可毁坏切叶蚁食物真菌 A 的菌圃，两种生物相互制约。故 C 正确。
- D. 切叶蚁可分泌腺体分泌物以供放线菌生存，放线菌可抑制真菌 B 对切叶蚁的影响，两种生物互惠互利，共同进化。

第二部分（非选择题 共50分）

29. 研究表明，雌性动物繁殖率下降与减数分裂异常密切相关。为了解减数分裂过程中的调控机制，研究人员展开了系列实验。

(1) 减数第一次分裂的前期可分为如图 1 所示 5 个亚时期，其中偶线期和粗线期可见同源染色体发生_____并形成四分体。减数第一次分裂过程中，非同源染色体的_____及同源染色体中_____之间的交叉互换，会导致配子基因组合的多样性。

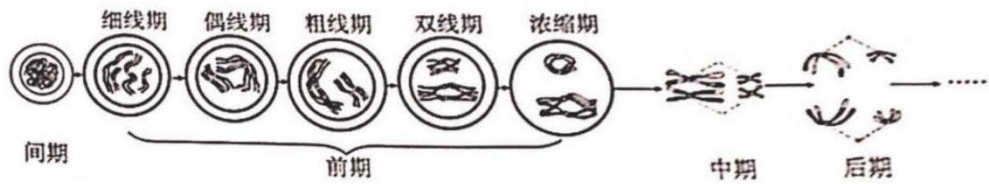


图 1

(2) 小鼠卵原细胞在胚胎期就开始了减数第一次分裂，但在出生前后被阻滞在双线期之后、浓缩期之前的一个漫长的静止阶段(称为核网期)。研究发现，在此过程中，细胞中的环腺苷酸(简称 cAMP)含量逐渐上升，达到峰值后维持在较高水平。在雌性小鼠性成熟后，卵母细胞才少量分批继续进行减数分裂。

①cAMP 被称为细胞内的第二信使。如图 2 所示，当信号分子与_____结合后，通过 G 蛋白激活酶 A，在其催化下由_____生成 cAMP，作用于靶蛋白，调节细胞的生理过程。

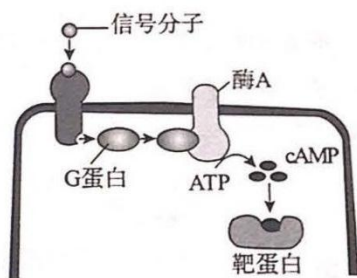


图 2

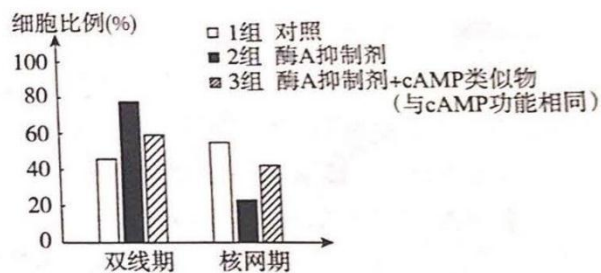


图 3

②实验一：不同条件下体外培养特定时期的卵母细胞，实验结果如图 3 所示。由此可知，cAMP 调控了细胞的减数分裂进程，判断依据是_____。

③已知卵母细胞进入粗线期时，在显微镜下可观察到联会复合体蛋白（简称 S 蛋白）沿染色体轴分布，进入核网期时，S 蛋白则已完全从染色体上解离下来。研究人员猜测 cAMP 调控减数分裂进程的靶蛋白可能是 S 蛋白，并对此展开进一步研究。

实验二：选取特定时期的胚胎卵巢，实验组注射混有台酚蓝的干扰 S 基因表达的 RNA（台酚蓝用于指示注射成功与否），则对照组应注射_____。经处理后分别进行细胞培养，3 天后，实验组有 67.0%

的卵母细胞进入了核网期，对照组只有 31.7%的卵母细胞进入核网期，证明干扰 S 基因的表达会_____小鼠卵母细胞提前进入核网期。

实验三，体外培养特定时期的卵母细胞，实验组添加酶 A 抑制剂，一段时间后，实验组中可观察到 S 蛋白沿染色体轴分布的卵母细胞为 68.7%，对照组的相应数据为 39.0%，表明 cAMP 会_____ S 蛋白与染色体的解离。

④结合图 2 及上述一系列实验结果推测，cAMP 调控减数分裂进程的机制为_____。

答案：(1) 联会 自由组合 非姐妹染色单体

(2)

①：受体 ATP

②：2 组处于核网期的细胞比例低于 1 组和 3 组。

③：等量混有台盼蓝的不干扰 S 基因表达的 RNA 促进 促进

④：cAMP 促进了 S 蛋白与染色体的解离，从而促进细胞减数第一次分裂进入核网期

解析：

(1) 减数分裂过程中，在减数第一次分裂的前期，同源染色体联会配对形成四分体，四分体时期同源染色体的非姐妹染色单体片段发生交叉互换；减数第一次分裂后期，同源染色体分离的同时，非同源染色体自由组合。

(2)

①：由图 2 可知，信号分子和受体结合后，通过 G 蛋白激活酶 A，而酶 A 催化 ATP 生成 cAMP 后，cAMP 与靶蛋白结合后，调节细胞的生理过程。

②：由图 3 可知，2 组处于核网期的细胞比例低于 1 组和 3 组，说明 cAMP 可以调控细胞的减数分裂进程。

③：实验二的实验组为“注射混有台盼蓝的干扰 S 基因表达的 RNA”，则对照组应当进行同样的处理添加台盼蓝及 RNA 以排除这些因素的影响，同时加入的 RNA 应当不干扰 S 基因表达和实验组对照。通过 3 天后的实验结果发现，S 基因表达受干扰的实验组进入核网期细胞比例高于 S 基因表达未受干扰的对照组，说明干扰 S 基因的表达会促进小鼠卵母细胞提前进入核网期。实验三的实验组添加的酶 A 抑制剂，也就是抑制 cAMP 的生成，而通过实验结果发现抑制 cAMP 生成的实

验组 S 蛋白沿染色体轴分布的卵母细胞比例低于未抑制 cAMP 生成的对照组，说明 cAMP 会促进 S 蛋白与染色体的解离。

④：通过整体实验结果和题干条件综合总结可知，cAMP 促进了 S 蛋白与染色体的解离，从而促进细胞减数第一次分裂进入核网期。

30. (18 分) 迟发性脊椎骨骺发育不良 (简称 SEDL) 是一类软骨发育不良遗传病。因其发病较晚 (一般 10 岁后才出现典型症状) 而很难对症状前患者进行诊断。研究者对某 SEDL 家系进行了调查, 结果如图 1 (省略的家系成员均与此病无关), 图中除第 V 代个体外其余均已成年。

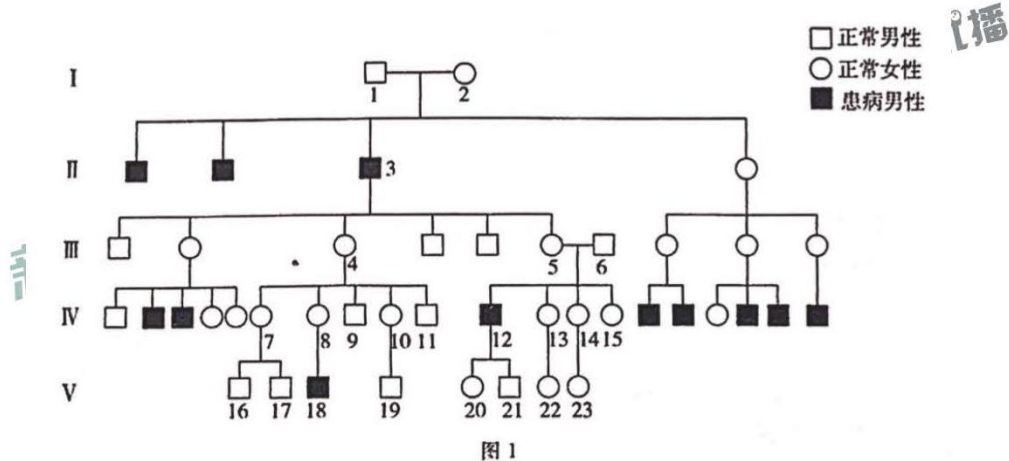


图 1

(1) 据图 1 分析, SEDL 是由_____性基因控制的遗传病, 其致病基因最可能位于_____染色体上。图中第 V 代个体中, 可以确定为杂合子的是_____。

(2) 为了实现对 SEDL 的早期诊断和遗传预测, 研究者利用遗传标记 DXS16 对该家系成员进行分析。已知 DXS16 是一类含有 CA 双核苷酸重复序列的标记, 根据长度不同表示为 D1、D2、D3……。该家

系部分成员 DXS16 标记如图 2 所示。

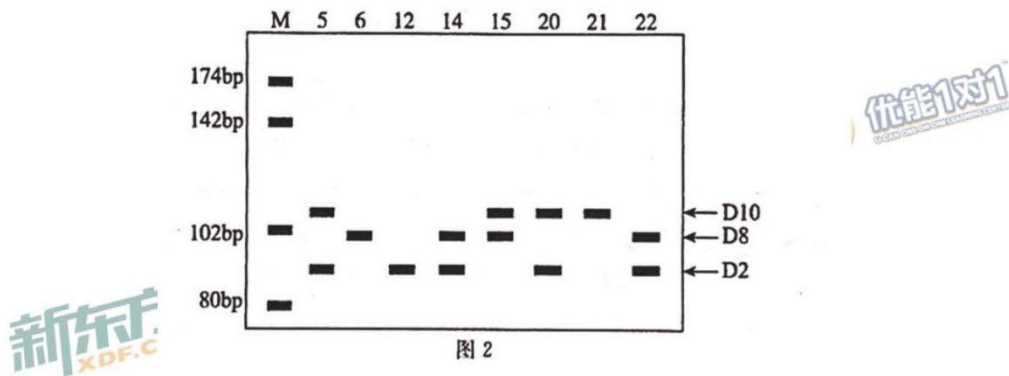


图 2

①由图推测，遗传标记_____（填“D2”、“D8”或“D10”）可作为 SEDL 致病基因的标记

②14、15、22 号个体中，需要在孕期对胎儿进行基因诊断的是_____。

③结合图 1、图 2，推测家系中未能提供检测样本的 13 号个体的 DXS16 标记是_____。

(3) 为了阐明 SEDL 发病的分子机制，研究人员对 SEDL 的致病基因和相应正常基因的结构及表达过程进行了研究。

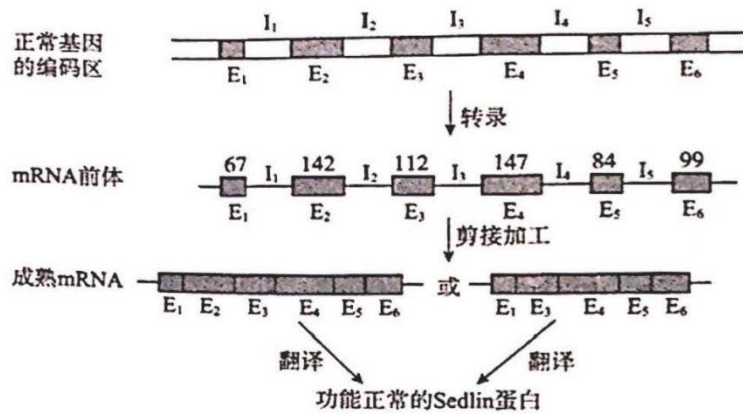


图 3

①根据图 3 信息，mRNA 前体加工过程中，_____序列均被完全剪除，一般认为它们与 Sedlin 蛋白的氨基酸序列不存在对应关系。

②提取患者、携带者和正常人的 mRNA，经逆转录获得 cDNA 后 PCR 扩增其正常基因和致病基因，结果如下表所示。

mRNA 来源	患者	携带者	正常人
扩增产物长度(bp)	567、425	679、567、537、425	679、537

结合图 3 和表中数据可知，与正常基因相比，致病基因的成熟 mRNA_____。由于 mRNA 的起始密码子位于 E3 序列内，可推测 SEDL 患者发病的原因是_____。

③基因测序结果表明：与正常基因相比，致病基因仅在 I2 区域发生了 A/T→C / G 碱基对的替换，这种变异方式_____（填“属于”或“不属于”）基因突变。

④综合上述研究结果推测，致病基因 I2 区域的碱基变化导致 SEDL 的原因是_____。

答案：(1) 隐 X 20 号

(2)

①D2

②14 号和 22 号

③D2 和 D8

(3)

①I (I₁~I₅)

②缺失 E₃ 序列 无法合成 Sedlin 蛋白

③属于

④I 序列的碱基变化可引起 mRNA 前体加工过程剪接方式的改变，最终影响蛋白质的合成（结构和功能）（合理即可）

解析：

(1) 由图可知，出现父母双方正常而子女却有患病现象，属于无中生有现象，故为隐性疾病；该遗传图谱中无法准确判断是常染色体遗传还是性染色体遗传，所以可以通过男女患者的比例来推测致病基因的位置。由于男患者明显多于女患者，所以致病基因更可能位于 X 染色体上；V 代个体中只有 20 号能够确定为杂合子。20 号作为正常个体，必然含有正常的 X 染色体，同时其患病的父亲会遗传给她一条带有致病基因的 X 染色体，所以 20 号为杂合子。

(2)

①由图可知，所有患者和携带者均带有 D2，故 D2 可作为 SEDL 致病基因的标记。

②带有致病基因的个体需要在孕期对胎儿进行基因诊断，故需要诊断的为携带 D2 的 14 号和 22 号。

③13 号为 5 号和 6 号所生的正常个体，经过上一问可知 22 号携带致病基因，因此 13 号也携带有遗传自 5 号的致病基因（D2）。同时 13 号也有遗传自 6 号的正常基因（D8），所以 13 号个体的 DXS16 标记为 D2 和 D8。

(3)

①由图可知，在前体 RNA 加工之后，无论哪种剪接方式，I 序列均被

完全剪除。

②对比表格中数据可知，患者（567、425）相对于正常人（679、537）而言，无论哪种剪接的方式，mRNA 长度均少了 112 个碱基——正好是 E3 的长度。可以推测患者的 mRNA 缺失 E3 序列，故无法合成 Sedlin 蛋白。

③该变异属于基因突变中碱基对的替换。

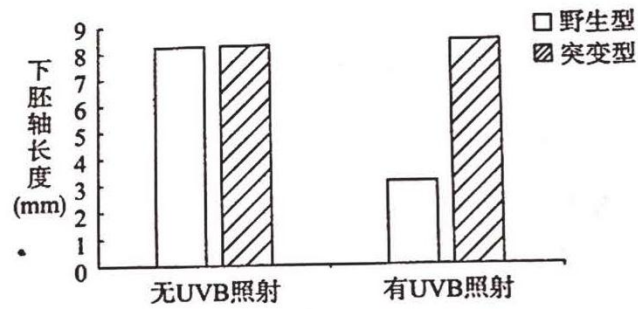
④结合上述信息可以推测，I3 上的碱基对替换虽然不直接对应蛋白质氨基酸序列改变，但是却导致合成 mRNA 缺失了 E3 序列，所以可以推测 I 序列的碱基变化可能引起 mRNA 前加工过程剪接方式的改变，最终影响蛋白质的合成。

31. 光照不仅能为植物的光合作用提供能量，还能作为信号调节植物体的生长发育。

(1) 植物细胞对光能的捕获在叶绿体的_____完成，捕获的光能经光反应阶段转化为_____,再经过_____阶段转化为糖类有机物中稳定的化学能。

(2) 植物利用太阳光能的同时也会接受紫外光的照射。已有实验表明，紫外光中的 UVB 能够作为一种环境信号调节植物体的生长发育，研究人员以拟南芥为材料，对该机制进行了实验研究。

①检测野生型和 UVR8 蛋白失活的突变型植株对 UVB 信号的响应情况，结果如下图所示，由此可知，UVB 照射能够_____下胚轴的伸长，且_____。



②已有研究表明，UVR8 在细胞质中通常以二聚体的形式存在。研究人员使用某种特异性抗体与 UVR8 二聚体进行抗原-抗体杂交实验，经 UVB 照射后的实验结果出现杂交带，未经 UVB 照射则不出现杂交带。由此推测，UVB 照射能够改变 UVR8 二聚体的_____，使其被掩盖的抗原位点得以暴露。进一步研究证实 UVR8 是 UVB 的光受体。

③已知细胞核内的 W 蛋白可影响 H 基因的表达，进而影响下胚轴的伸长，研究表明，在 UVB 的作用下，细胞质中的 UVR8 二聚体解聚成单体后进入细胞核，与 W 蛋白结合，从而影响 H 基因表达，请推测 W 蛋白与 UVR8 单体结合前后对 H 基因表达的调节机制可能是_____。

答案：(14 分)

(1)类囊体薄膜 ATP 中活跃的化学能 暗反应

(2)①抑制 UVR8 参与此调节过程

②空间结构

③思路一:W 蛋白能促进(或抑制)H 基因的表达,与 UVR8 单体结合后,导致促进(或抑制)作用丧失.

思路二: W 蛋白单独存在时不能调节 H 基因的表达,与 UVR8 单体结合后可促进(或抑制) H 基因的表达.

(合理即可)

解析: (1)绿色植物的叶绿体类囊体薄膜上有光合色素能够捕获光能,其中光合作用的光反应阶段可以将光能转化成 ATP 中活跃的化学能,在经过暗反应阶段把 ATP 中活跃的化学能转化成糖类有机物中稳定的化学能。

(2)①由图可知野生型在有 UVB 照射的情况下下胚轴长度明显变短,而突变型个体下胚轴长度无明显变化,可以推测 UVB 能抑制下胚轴伸长,野生型与突变型区别就是 UVR8 蛋白失活与否,所以说明 UVR8 参与了此调节过程

②根据题目语言使其被掩盖的抗原位点得以暴露推测, UVB 照射能够改变 UVR8 蛋白的空间结构

③思路一:W 蛋白能促进(或抑制)H 基因的表达,与 UVR8 单体结合后,导致促进(或抑制)作用丧失.

思路二: W 蛋白单独存在时不能调节 H 基因的表达,与 UVR8 单体结合后可促进(或抑制) H 基因的表达.

(其他答案合理即可)

2018年北京市东城区高三年级化学二模考试试卷

一、选择题（共7小题，每小题6分，共42分，在每小题列出的四个选项中，选出符合题目要求的一项）

6. 景泰蓝制作是北京的地方传统手工技艺，其工艺流程主要有：

裁剪、制胎	掐丝、粘丝	点蓝、烧蓝	磨光、镀金
			
铜板裁剪敲打并焊接成胎体	铜丝掐成图案并粘在胎体上	釉料点涂在图案中并烧制	制品打磨光亮并用火镀金

下列工艺中一定含有化学变化的是

- A. 裁剪 B. 掐丝 C. 烧蓝 D. 磨光

【答案】C

【解析】裁剪、掐丝、磨光均物理变化；点蓝、烧蓝属于化学变化，故选C。

7. 下列有关物质的用途不正确的是

- A. 液氨可做冷库的制冷剂
B. 食盐可做食品的防腐剂
C. 过氧化钠可做潜艇的供氧剂
D. 二氧化硫可做红酒的漂白剂

【答案】D

【解析】红酒里的二氧化硫作为还原剂，而不是漂白粉，因此 D 错误。

8. 将碲化镉涂在玻璃上可制得“发电玻璃”。碲 (Te) 位于周期表的第五周期第 VIA 族，下列说法正确的是

- A. 原子半径: $\text{Te} > \text{S}$
- B. 单质的氧化性: $\text{Te} > \text{S}$
- C. 最高正化合价: $\text{Te} > \text{S}$
- D. 气态氢化物稳定性: $\text{H}_2\text{Te} > \text{H}_2\text{S}$

【答案】A

【解析】因为碲 (Te) 位于周期表的第五周期第 VIA 族，S 元素位于第三周期第 VIA 族，根据同一族从上到下半径越来越大，则选 A。

9. 下列两种物质相互反应，无论两种物质的用量多少，都能用同一化学方程式表示的是

- A. 碳酸钠溶液与稀盐酸反应
- B. 硝酸银溶液与稀氨水反应
- C. 氢氧化钡溶液与稀硫酸反应
- D. 甲烷在光照条件下与氯气反应

【答案】C

【解析】

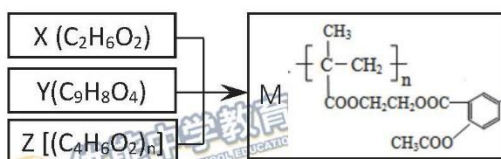
A. 碳酸钠溶液与稀盐酸反应，碳酸钠多生成碳酸氢钠，稀盐酸多生成二氧化碳

B. 硝酸银溶液与稀氨水反应，硝酸银多生成氢氧化银，稀氨水多生成银氨溶液

C. 氢氧化钡溶液与稀硫酸反应，无论谁过量，均生成硫酸钡和水

D. 甲烷在光照条件下与氯气反应为连锁反应

10. 由 X、Y 和 Z 合成缓释药物 M，下列说法不正确的是



A. M 在体内能缓慢发生水解反应

B. X 可以由乙烯通过加成反应和取代反应制备

C. 1 mol Y 与 NaOH 溶液反应，最多能消耗 3 mol NaOH

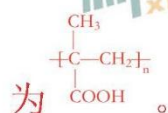
D. Z 由加聚反应制得，其单体的结构简式是 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{COOH}$

【答案】D

【解析】

由 M 的结构可知，X、Y、Z 是通过酯化反应得到 Z。综合 X、Y、

Z 的分子式，可知 X 的结构为 $\begin{array}{c} \text{HOCH}_2 \\ | \\ \text{HOCH}_2 \end{array}$ ；Y 的结构为 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{COOCH}_3)$ ；Z 的结构



A. M 中含有酯基，在酸性条件下可发生水解，A 正确；

B. X 为乙二醇，可通过乙烯与卤素单质加成后取代制备，B 正确；

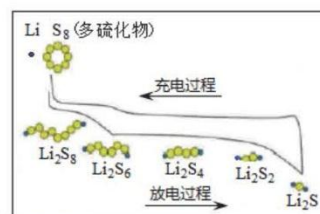
C. 由 Y 的结构可知，Y 中含有苯环、羧基和酯基，其中，羧基可与 NaOH 中和消耗 1mol NaOH，酯基在碱性条件下水解，酚羟基和羧

基消耗 2molNaOH，共 3molNaOH，C 正确；

D. 由 Z 的结构可知，Z 单体的结构简式是 $\begin{matrix} \text{CH}_3\text{C}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{COOH} \end{matrix}$ ，D 错误。

11. 我国研究锂硫电池获得突破，电池的总反应是

$16\text{Li} + \text{S}_8 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 8\text{Li}_2\text{S}$ ，充放电曲线如图所示，下列说法不正确的是



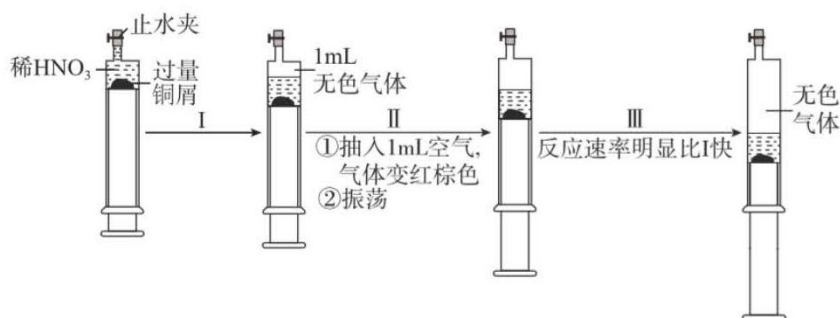
- A. 充电时，电能转化为化学能
- B. 放电时，锂离子向正极移动
- C. 放电时，1 mol Li_2S_6 转化为 Li_2S_4 得到 2 mol e^-
- D. 充电时，阳极总电极反应式是 $8\text{S}^{2-} - 16e^- = \text{S}_8$

【答案】C

【解析】

- A. 电池充电时，电能转化为化学能，储存在电池中，A 正确；
- B. 原电池中电解质的阳离子移向正极，即锂离子向正极移动；
- C. 放电时， Li_2S_6 转化为 Li_2S_4 的方程式为 $2\text{Li}_2\text{S}_6 + 2\text{Li} = 3\text{Li}_2\text{S}_6$ ，1 mol Li_2S_6 转化为 Li_2S_4 得到 1 mol e^- 。
- D. 充电时，阳极总电极反应式是 $8\text{S}^{2-} - 16e^- = \text{S}_8$ ，D 正确。

12. 一定温度下，探究铜与稀 HNO_3 ，反应过程如下：



下列说法不正确的是

- A. 过程 I 生成无色气体的离子方程式是 $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- B. 步骤 III 反应速率比 I 快的原因是 NO_2 溶于水，使 $c(\text{HNO}_3)$ 增大
- C. 由实验可知， NO_2 对该反应具有催化作用
- D. 当活塞不再移动时，再抽入空气，铜可以继续溶解

【答案】B

【解析】

A. 过程 I 发生的反应为 Cu 和稀 HNO_3 的反应，方程式为 $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，A 正确。

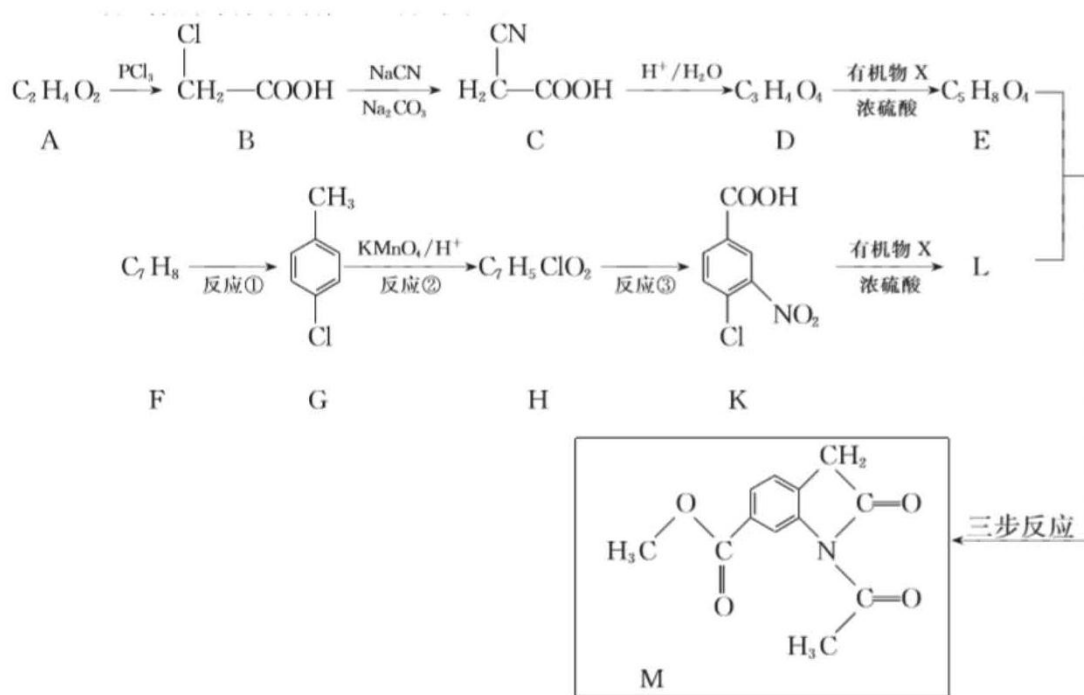
B. 根据氮元素守恒， $c(\text{HNO}_3)$ 不会增大，B 错误；

C. 加入 NO_2 后反应速率加快，说明 NO_2 对该反应具有催化作用，C 正确；

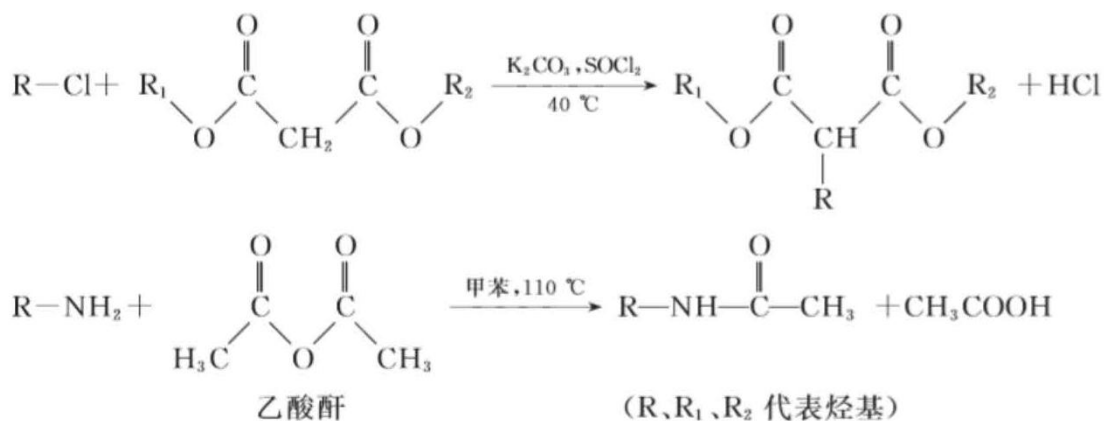
D. 再抽入空气， NO_2 发生反应生成硝酸，铜可以继续溶解，D 正确。

二、非选择题（共 4 小题，共 58 分）

25.（17 分）合成药物中间体 M 的流程如下。



已知：

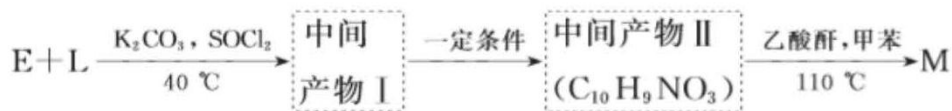


- (1) A 的名称是_____。
- (2) B 中含有的官能团是_____。
- (3) D 的结构简式是_____。
- (4) 反应①的化学方程式是_____。
- (5) 反应②的反应类型是_____。

(6) 反应③的试剂和条件是_____。

(7) 由 K 生成 L 的化学方程式是_____

(8)



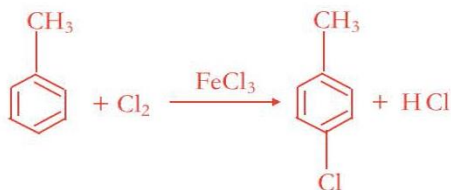
写出中间产物的结构简式：中间产物 I _____，中间产物 II _____。

【答案】

(1) 乙酸

(2) 氯原子 羧基

(3) $\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$



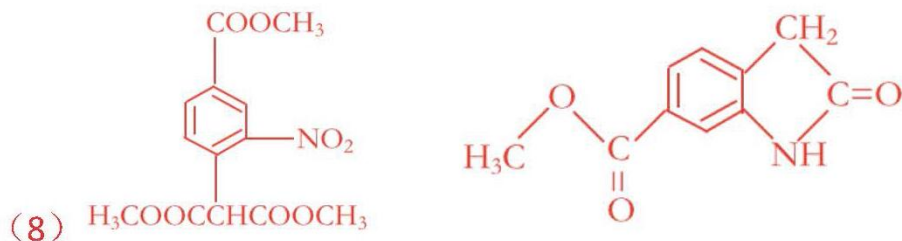
(4)

(5) 氧化

(6) 浓 HNO_3 和浓 H_2SO_4 、加热



(7)



(8) $\text{H}_3\text{COOCCH}(\text{COOCH}_3)$

【解析】

(1) A 的分子式为 $C_2H_4O_2$ ，不饱和度为 1，根据 B 的结构简式，确定 A 中有羧基，即为乙酸；

(2) B 中所含官能团为氯原子和羧基；

(3) C 到 D 是 $-CN$ 的酸化水解，将 $-CN$ 转化为一 $COOH$ ，故 D 的结构简式为 $HOOCH_2COOH$ ；

(4) 根据 G 的结构简式，确定反应①是甲苯与 Cl_2 ，在苯环上取



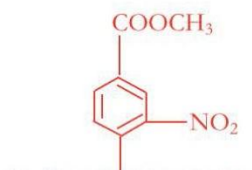
(5) 反应②为酸性高锰酸钾氧化苯环的侧链，故反应类型是氧化；

(6) H 与 K 的结构简式的区别是苯环侧链上多了一个 $-NO_2$ ，故反应③是苯环的硝化反应，需要的反应条件是：浓 HNO_3 和浓 H_2SO_4 、加热；

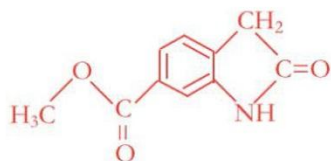
(7) 根据 D 和 E 的分子式，确定 D 到 E 的反应类型是 $HOOCH_2COOH$ 与 CH_3OH 的酯化反应，故有机物 X 是 CH_3OH ，则 K 到 L 也为酯化反应类型，即方程式为：



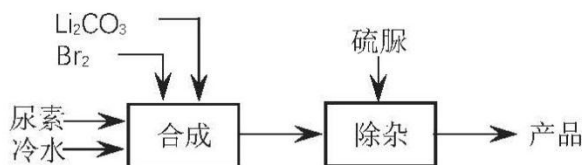
(8) E 与 L 反应生成中间产物 I 利用了信息反应 1，分析信息反应 1，为卤代烃的取代反应类型，则推知中间产物 I 为：



$\text{H}_3\text{COOCCHCOOCH}_3$ 中间产物 II 到 M 的反应利用了信息反应 2，分析信息反应 2，为氨基与酸酐的取代反应，结合中间产物 II 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_9\text{NO}_3$ ，只有 10 个 C 原子，故推知，中间产物 II 的结构简式为：



26. (13 分) 溴化锂是一种高效的水汽吸收剂，其一种绿色工业合成工艺如下（部分操作和条件已略去）。



已知：碳酸锂微溶于水，水溶液显碱性。

(1) Br_2 的电子式是_____。

(2) 合成过程中发生的反应如下，请写出 ii 反应的化学方程式并将 iii 补充完整。

i. $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HBr} + \text{HBrO}$;

ii. _____;

iii. $3\text{HBrO} + \text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 3\text{HBr} + \underline{\hspace{2cm}}$ 。

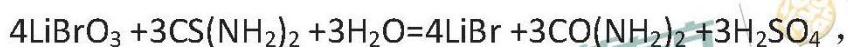
尿素

(3) LiBrO_3 是生产过程中的副产物。

①用化学方程式表示生成该副产物的原因:_____。

②为了提高原料的利用率,减少副产物的生成,必须调控体系的 pH 在 3~5 之间,通过合理的加料方法来实现:将碳酸锂粉末溶解于冷的溴水中至饱和,并一次性加入尿素,然后再_____,直到尿素完全转化。

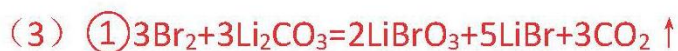
③常用硫脲除去,反应的化学方程式是



硫脲

选用硫脲除杂的优点是_____;缺点是引入新杂质且溶液酸性增强,为解决该问题需要加入的试剂是_____。

【答案】



【解析】

(1) Br 最外层 7 个电子,两个 Br 形成共价键只需要公用一对电子

(2) ii. 根据原料为 Li_2CO_3 且过程 i 生成了 HBr, 最终产物为 LiBr。故方程式为 $\text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{HBr} = 2\text{LiBr} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

iii. 根据元素守恒，答案为 $\text{CO}_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) ①副产物为 LiBrO_3 ，题目已知中提示 Li_2CO_3 溶液显碱性，故答案为非金属单质 Br_2 在碱性环境的歧化反应
 $3\text{Br}_2 + 3\text{Li}_2\text{CO}_3 = 2\text{LiBrO}_3 + 5\text{LiBr} + 3\text{CO}_2 \uparrow$

②根据题意，尿素过量，且题目已知中提示 Li_2CO_3 微溶于水，所以 Br_2 和 Li_2CO_3 为少量反应物，为避免加入过量的 Br_2 和 Li_2CO_3 。故后续操作为少量多次交替加入 Br_2 和 Li_2CO_3

③根据题目方程式 $4\text{LiBrO}_3 + 3\text{CS}(\text{NH}_2)_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 4\text{LiBr} + 3\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ ，此反应将副产物 LiBrO_3 转化为 LiBr ，同时生成反应的原料 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 。故答案可将 LiBrO_3 转化为 LiBr ，并得到可以循环使用的 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

缺点是引入了新杂质 H_2SO_4 ，为了不引入新杂质，一定加入不溶于水的固体物质。除去 SO_4^{2-} 用 Ba^{2+} ，所以答案为能除去 H^+ 的难溶钡盐故答案为固体 BaCO_3 。

27. (12 分) 制备乙炔的电石渣对环境污染极为严重，因此需要对水体进行净化处理。现取 500 mL 电石渣废水（阳离子主要为 Ca^{2+} ），测定水质的数据如下表所示。

项目	pH	S^{2-} (mg/L)	CN^- (mg/L)	SS(mg/L)
平均	14	1000	5.2	2500

注：SS 表示固体悬浮物

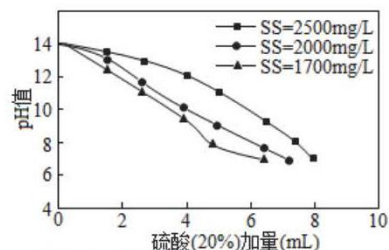
模拟工业处理流程如下：



已知：i. 常温时 CaSO_4 微溶于水；

ii. 溶解度： $\text{CaSO}_4 > \text{Fe}(\text{OH})_2 > \text{FeS}$ 。

(1) ① 采用 20% 的硫酸对废水进行预中和处理，pH 变化如右图所示。硫酸的用量和废水中固体悬浮物(SS)含量的关系是_____。



② 废水中 SS 含量随时间变化如下表所示。

静置时间(h)	1	2	3	4	5	6	24
SS 含量(mg/L)	2500	1800	1300	900	820	800	780

为降低成本，减少硫酸投加量的最好办法是_____。

③ 滤渣 A 的主要成分有 SS 和_____。

(2) 根据表中数据，回答下列问题。

不同熟石灰投加量下的废水处理效果				
加药量(g)		分析结果		
FeSO_4	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	pH	S^{2-} (mg/L)	SS(mg/L)
4.8	0.50	5.5	15	>250
	0.85	6.8	3.0	<50
	1.15	9.3	0.95	<50
	1.25	10.5	0.89	<50

① 化学絮凝沉淀过程中，加入 FeSO_4 发生反应的离子方程式是_____。

② 熟石灰能促进沉淀的生成，结合离子方程式，从平衡角度分析其原因是_____。

(3) 用臭氧进一步处理废水中的氰化物和残留硫化物，若将 500 mL 废水中的 CN^- 完全氧化成 N_2 和 CO_2 ，转移_____ mol e^- 。

【答案】

(1) ① 处理至相同 pH 时，废水中 SS 含量越高，中和所需的硫酸越多

② 加硫酸前，静置 5-6 小时

③ CaSO_4

(2) ① $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{FeS}$

② 水解平衡： $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ ，加入熟石灰， $c(\text{OH}^-)$ 增大，平衡逆向移动， $c(\text{S}^{2-})$ 增大，有利于 FeS 沉淀的生成

(3) 5×10^{-4}

【解析】

(1) ① 从图像可知，处理至相同 pH 时，废水中 SS 含量越高，中和所需的硫酸越多

② 从表格中可以看出，废水中 SS 含量随时间逐渐变少，前 5 小时减少较多，因此为了降低成本，可先加静置 5-6 小时后再加酸

③ 溶液中大量存在的阳离子为 Ca^{2+} ，加入硫酸后生成沉淀的主要成分为 SS 和 CaSO_4

(2) ① 溶液中存在大量的 S^{2-} 离子，且 FeS 溶解度较小，加入 FeSO_4 后对应的离子反应方程式为： $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{FeS}$

② 此题考查的是平衡原理，溶液中存在水解平衡： $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ ，加入熟石灰， $c(\text{OH}^-)$ 增大，平衡逆向移动， $c(\text{S}^{2-})$ 增大，有利于 FeS 沉淀的生成

(3) 此题考查的是氧化还原反应的计算，变价元素为 C、N，1 mol CN^- 变价数目为 5，500 ml 溶液中质量为 $0.5 \times 5.2 = 2.6 \text{ mg} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ，因此转移电子为 5×10^{-4}

28. (16 分) 某兴趣小组利用电解装置，探究“铁作阳极”时发生反应的多样性，实验过程如下。

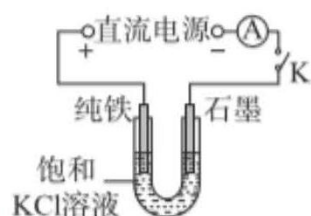


图 1

I. KCl 作电解质

(1) 一定电压下，按图 1 装置电解，现象如下：

石墨电极上迅速产生无色气体，铁电极上无气体生成，铁逐渐溶解。5 min 后 U 型管下部出现灰绿色固体，之后铁电极附近也出现灰绿色固体，10 min 后断开 K。按图 2 进行实验。

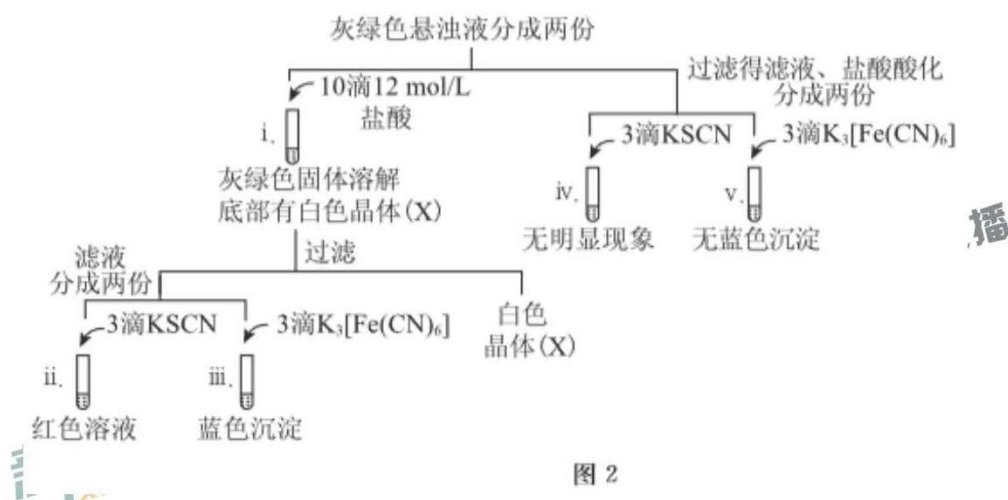


图 2

- ① 石墨电极上的电极反应式是_____。
- ② 确认灰绿色固体中含有 Fe^{2+} 的实验现象是_____。
- ③ 灼烧晶体 X，透过蓝色钴玻璃观察到火焰呈紫色。结合平衡移动原理，解释“试管 i 中析出白色晶体”的原因是_____。

(2) 其他条件不变时，用图 3 装置进行实验，10 min 后铁电极附近

溶液依然澄清，断开 K。按图 4 进行实验。



图 3

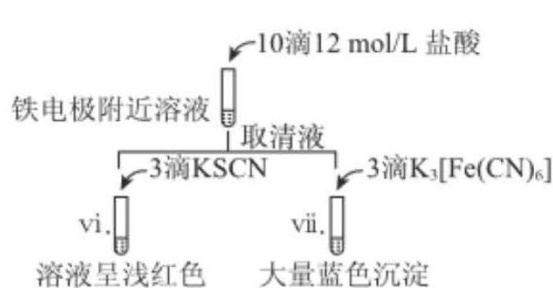


图 4

- ① 使用盐桥的目的是_____。
- ② 试管 vi、vii 与 ii~v 中的现象比较，可以得出的结论是（答两点）：_____。

II. KOH 作电解质

(3) 用图 1 装置电解浓 KOH 溶液，观察到铁电极上立即有气体生成，附近溶液逐渐变为淡紫色 (FeO_4^{2-})，没有沉淀产生。



图 5

- ① 铁电极上 OH^- 能够放电的原因是_____。
- ② 阳极生成 FeO_4^{2-} 的总电极反应式是_____。
- ③ 某同学推测生成 FeO_4^{2-} 的必要条件是浓碱环境，将图 5 中方案补充完整，证实推测成立。

【答案】

- (1) ① $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ (或 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2\uparrow$)
- ② 试管 iii 中生成蓝色沉淀，试管 v 中没有蓝色沉淀
- ③ 试管 i 中存在溶解平衡： $\text{KCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{K}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ，滴加 12 mol/L 的盐酸，增大 $c(\text{Cl}^-)$ ，平衡逆向移动，析出 KCl 晶体
- (2) ① 阻碍 OH^- 向阳极迁移，避免灰绿色固体生成

②本实验条件下铁在阳极区的产物主要为 Fe^{2+} ， Fe^{2+} 在碱性条件下更容易被氧化为 Fe^{3+}

(3) ① $c(\text{OH}^-)$ 增大，反应速率加快（更容易放电）



③水 生成红褐色沉淀和无色气体

【解析】

(1) ①阴极吸引溶液中的氢离子，放电生成氢气气体

②二价铁离子与铁氰化钾出现蓝色沉淀，是检验二价铁离子的方法

③焰色反应是紫色，说明含有 K 元素。白色沉淀是析出的 KCl，利用沉淀溶解平衡原理进行解释。

(2) ①盐桥隔开阴阳两极的电解质溶液，避免氢氧根离子与阳极产物接触

②加入铁氰化钾产生大量蓝色沉淀，说明主要产物是 Fe^{2+} ；加入盐桥后， OH^- 无法向阳极移动，再加 KSCN 溶液，呈浅红色，说明 Fe^{3+} 生成较少。

(3) ①阳极立刻产生气泡，说明 OH^- 放电

②电极反应方程式，通过反产升降价，确定电子得失，KOH 电解质，用 OH^- 配电荷，再配水。

③浓碱环境生成 FeO_4^{2-} ，如果加入水中稀释，失去强碱性环境，Fe 元素降价，O 元素升价，生成红褐色沉淀和无色气体

2018年北京市东城区高三二模理综物理试卷逐题解析

2018.5

13. 下列说法正确的是

- A. 对于温度不同的气体，温度低的物体内能一定小
- B. 液体中悬浮颗粒的无规则运动称为布朗运动
- C. 一定质量的气体当温度不变压强增大时，其体积可能增大
- D. 在完全失重的情况下，密闭容器内的气体对器壁没有压强

【答案】B

【解析】

A 选项：物体的内能不仅取决于温度，还与分子个数以及分子势能有关，故 A 错误；

B 选项：液体中悬浮颗粒受到分子撞击而做无规则运动称之为布朗运动，故 B 正确；

C 选项：由理想气体状态方程 $\frac{PV}{T} = C$ 可知，若气体温度不变，压强增大，其体积一定减小，故 C 错误；

D 选项：气体对容器壁压强由气体分子撞击容器壁产生，与是否失重无关，故 D 错误。

14. 用蓝光照射一光电管，有光电效应现象发生，欲使光电子逸出时最大初动能增大，下列方法有效的是

- A. 改用紫光照射
- B. 改用红光照射
- C. 延长蓝光照射时间
- D. 增大蓝光的强度

【答案】A

若使光电子逸出时最大初动能增大，则需使用光子能量更大的光照射光电管，由 $\epsilon = h\nu$ 可知，光的频率越大，光子能量越高

A 选项：紫光频率大于蓝光，故 A 正确；

B 选项：红光频率小于蓝光，故 B 错误；

C 选项：光子能量与照射时间无关，故 C 错误；

D 选项：光子能量与光照强度无关，故 D 错误。

15. 质子、中子和氦核的质量分别为 m_1 、 m_2 和 m_3 ，当一个质子和一个中子结合成氦核时，释放的能量是（ c 表示真空中的光速）

A. $(m_1+m_2-m_3)c$

B. $(m_1+m_2-m_3)c$

C. $(m_1+m_2-m_3)c^2$

D. $(m_1+m_2-m_3)c^2$

【答案】D

【解析】

由爱因斯坦质能方程可知，核反应释放能量 $E = \Delta mc^2$ ，其中 Δm 代表质量亏损，即反应物与生成物质量的差值，故该反应释放的能量为 $(m_1 + m_2 - m_3)c^2$ ，D 选项正确。

16. 在介质中有一沿水平方向传播的简谐横波，一质点由平衡位置竖直向上运动，经 0.1s 第一次到达最大位移处，在这段时间内波传播了 0.8m，则可知这列波

A. 周期是 0.2s

B. 波长是 0.8m

C. 波速是 8m/s

D. 振幅是 0.4m

【答案】C

【解析】

A 选项：由题意知，质点由平衡位置往上振动到第一次到达波峰，完成了 $\frac{1}{4}$ 个全振动，所以振动周期为 0.4s，故 A 错；

B 选项： $\frac{1}{4}$ 个周期内，波传播了 0.8m，则该列波波长为 $0.8 \times 4 = 3.2m$ ，故 B 错；

C 选项：波速 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{3.2m}{0.4s} = 8m/s$ ，故 C 正确；

D 选项：题目中并未给出质点的最大位移，因而质点振幅不可判定，

故 D 错；

17. 由于通讯和广播等方面的需要，许多国家发射了地球同步轨道卫星，这些卫星的

- A. 周期可以不同
- B. 离地高度可以不同
- C. 动能可以不同
- D. 运行速率可以不同

【答案】C

【解析】

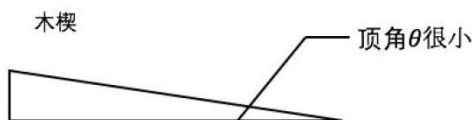
A 选项：同步卫星与地球同步，周期为 $T=24\text{h}$ ，故 A 错；

B 选项：由 $\frac{GMm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ 可知，同步卫星周期一定，则轨道半径 r 肯定相同，离地高度也相同，故 B 错；

C 选项：由 $\frac{GMm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ 可知，同步卫星质量 m 可以变化，而动能与 m 有关，则动能可以不同，故 C 正确；

D 选项：由 $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ 可知，同步卫星高度相同，则线速度必定相同，故 D 错。

18. 假如要撑住一扇用弹簧拉着的门，在门前地面上放一块石头，门往往能推动石头慢慢滑动。然而，在门下缝隙处塞紧一个木楔（侧面如图所示），虽然木楔比石头的质量更小，却能把门卡住。下列分析正确的是



- A. 门能推动石头是因为门对石头的力大于石头对门的力
- B. 将门对木楔的力正交分解，其水平分力与地面给木楔的摩擦力大小相等
- C. 若门对木楔的力足够大，门就一定能推动木楔慢慢滑动

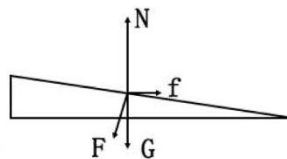
D. 塞在门下缝隙处的木楔，其顶角 θ 无论多大都能将门卡住

【答案】B

【解析】

A 选项：根据牛顿第三定律，门对石头的力与石头对门的力是相互作用力，大小相等，故 A 错误；

B 选项：木楔受力分析如图，由于木楔受力平衡，则门对木楔的作用力 F 的水平分力与地面给木楔的摩擦力相等，故 B 正确；



CD 选项：为了保证门不动，须满足如下条件：

$$F \sin \theta \leq f_{\text{静 max}}$$

$$F \cos \theta + G = N$$

$$f_{\text{静 max}} = \mu N \quad (\text{一般认为 } f_{\text{静 max}} = f_{\text{滑}})$$

$$\text{即： } F \sin \theta \leq \mu (F \cos \theta + G)$$

只要 $\tan \theta \leq \mu$ ，上面式子永远成立，门一定不会动，故 C、D 错误。

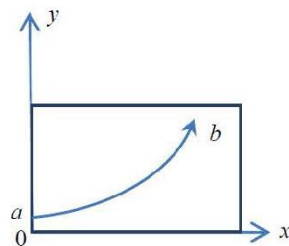
19. 图中所示 ox 轴沿水平方向， oy 轴沿竖直向上方向。在 $x > 0, y > 0$ 的区域内存在某种分布范围足够广的介质，其折射率随着 y 的变化而变化。一束细光束入射到介质表面，并沿着如图所示从 a 到 b 的一条弧形路径传播。下列判断正确的是

A. 此介质的折射率随着 y 的增大而减小

B. 海洋蜃景发生时空气折射率随高度的变化与此类似

C. 沙漠蜃景发生时空气折射率随高度的变化与此类似

D. 这束细光束在继续传播的过程中会发生全反射



【答案】C

【解析】

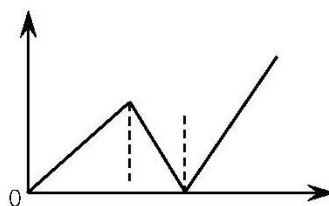
AD 选项：由图像可知，此介质的折射率随着 y 的增大而增大，故 **A** 错误；同时可以判断，光线是从光疏介质射入光密介质，不可能有全反射现象，故 **D** 错误；

B 选项：海洋蜃景发生在海平面，由于海水蒸发，离海平面越近湿度越大，故随着 y 增加，折射率 n 减小，故 **B** 错误；

C 选项：沙漠表面湿度随 y 增加而增加，折射率 n 随之增加，故 **C** 正确。

20. 光滑斜面上，某物体在沿斜面向上的恒力作用下从静止开始沿斜面运动，一段时间后撤去恒力，不计空气阻力，设斜面足够长。物体的速度用 v 表示，物体的动能用 E_k 表示，物体和地球组成系统的重力势能用 E_p 表示、机械能用 E 表示，运动时间用 t 表示、路程用 l 表示。对整个运动过程，下图表示的可能是

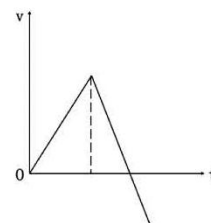
- A. v 随 t 变化的 $v-t$ 图像
- B. E_p 随 t 变化的 E_p-t 图像
- C. E 随 l 变化的 $E-l$ 图像
- D. E_k 随 l 变化的 E_k-l 图像



【答案】D

【解析】

A 选项：物体在恒力作用下，沿斜面向上匀加速。撤去恒力 F 后，受重力分力作用，物体减速，直到速度为 0 后，沿斜面向下加速下滑， v 随 t 变化的 $v-t$ 图像如图所示，故 **A** 错误；



B 选项：物体加速过程重力势能 E_p 随 t 变化表达式为： $E_p = mg \cdot \frac{1}{2}at^2 \sin\theta$ ，不为直线，故 **B** 错误；

C 选项：物体加速过程中，机械能 $E=Fl$ ，撤去恒力 F 之后，机械能守

恒，故 C 错误；

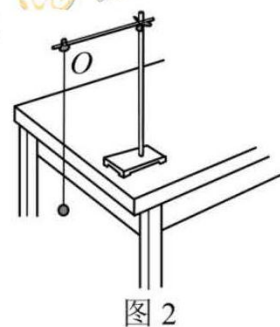
D 选项：物体加速过程中，动能变化表达式： $E_{k1} = FL - mgL\sin\theta$ ，
 减速过程中，动能变化表达式： $E_{k2} = E_{k1} - mgL\sin\theta$ ，向下加速过程中，
 动能变化表达式： $E_{k3} = E_{k2} + mgL\sin\theta$ ，故 D 选项正确。

21. (18 分)

(1) 用单摆测定重力加速度的实验装置如图所示。

①对测量原理的理解正确的是_____。(选填选项前的字母)

- A. 由 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 可知， T 一定时， g 与 l 成正比
- B. 由 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 可知， l 一定时， g 与 T^2 成反比
- C. 单摆的振动周期 T 和摆长 l 可用实验测定，由 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 可算出当地的重力加速度



②若测量结果得到的 g 值偏大，可能是因为_____。(选填选项前的字母)

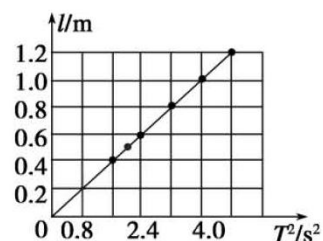
- A. 组装单摆时，选择的摆球质量偏大
- B. 测量摆长时，将悬线长作为单摆的摆长
- C. 测量周期时，把 n 次全振动误认为是 $(n+1)$ 次全振动

③下表是某同学记录的实验数据，并做了部分处理。

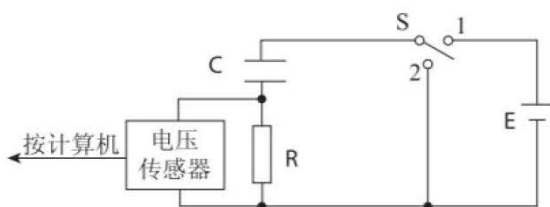
组次	1	2	3	4	5	6
摆长 l/cm	40.00	50.00	60.00	80.00	100.00	120.00
50 次全振动时间 t/s	63.0	70.9	77.5	89.5	100.0	109.5
周期 T/s	1.26	1.42	1.55	1.79		2.19
周期的平方 T^2/s^2	1.59	2.01	2.40	3.20		4.80

请计算第 5 组实验中的 $T^2 = \underline{\hspace{2cm}} s^2$ 。

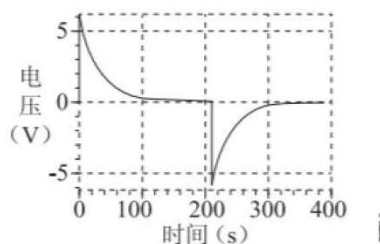
④将上表数据输入计算机，可得到右图所示的 $l - T^2$ 图像，图线经过坐标原点，斜率 $k=0.25\text{m/s}^2$ 。由此求得重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s^2 。（ $\pi^2=9.87$ ，此空答案保留3位有效数字）



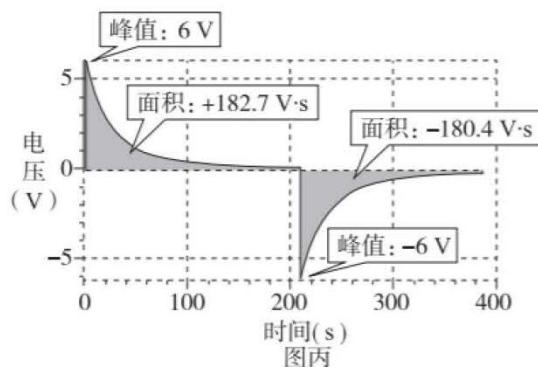
(2) 在测定电容器电容值的实验中，将电容器、电压传感器、阻值为 $3\text{k}\Omega$ 的电阻 R 、电源、单刀双掷开关按图甲所示电路图进行连接。先使开关 S 与 1 端相连，电源向电容器充电，充电完毕后将开关 S 掷向 2 端，电容器放电，直至放电完毕。实验得到的与电压传感器相连接的计算机所记录的电压随时间变化的 $u-t$ 曲线如图乙所示，图丙为由计算机对图乙进行数据处理后记录了“峰值”及曲线与时间轴所围“面积”的图。



图甲



图乙



图丙

①根据图甲所示的电路，观察图乙可知：充电电流与放电电流方向 （选填“相同”或“相反”），大小都随时间 ；（选填“增加”或“减小”）

②该电容器的电容值为_____F；（结果保留2位有效数字）

③某同学认为：仍利用上述装置，将电压传感器从电阻两端改接在电容器的两端，也可以测出电容器的电容值。请你分析并说明该同学的说法是否正确。

【答案】

(1) ①C ②C ③4.00 ④9.87

(2) ①相反，减小

② 1.0×10^{-2}

③正确。因为当开关S与2连接，电容器放电的过程中，电容器C与电阻R上的电压大小相等，因此通过对放电曲线进行数据处理后记录的“峰值 U_m ”及曲线与时间轴所围“面积 S ”，仍可应用

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{S}{RU_m} \text{ 计算电容值。}$$

【解析】

(1) ①当地的重力加速度 g 并不是由 T 和 l 决定，只是可以利用公式

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ 得出 } g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}, \text{ 并求得结果。}$$

②摆球质量与 g 的测量无关，A错；将悬线长度作为单摆的摆长，摆长测量值偏小，导致求得的 g 值偏小，B错；将 n 次全振动误记为 $n+1$ 次，则 T 的测量值偏小，会导致 g 的测量值偏大，故C正确。

③可得 $T = \frac{t}{50} = 2.00s$, 即 $T^2 = 4.00s^2$ 。

④由于 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, 有 $l = \frac{gT^2}{4\pi^2}$, 即 $k = \frac{g}{4\pi^2}$, 因此 $g = 4\pi^2 k = 9.87m/s^2$

(2) ①根据图可知，充电电流与放电电流相反，大小随时间减小。

②充电过程中 $q = \frac{U}{R} t = \frac{SU-t}{R} = 6.09 \times 10^{-2} C$,

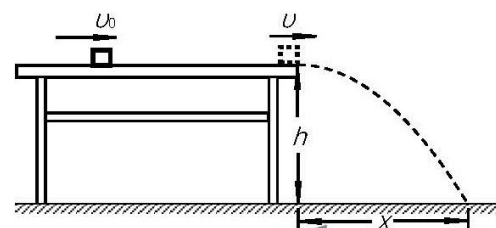
又 $U = 6V$ ，有 $C = \frac{q}{U} = 1.0 \times 10^{-2} C$

③正确。因为当开关 S 与 2 连接，电容器放电的过程中，电容器 C 与电阻 R 上的电压大小相等，因此通过对放电曲线进行数据处理后记录的“峰值 U_m ”及曲线与时间轴所围“面积 S ”，仍可应用 $C = \frac{Q}{U} = \frac{S}{RU_m}$ 计算电容值。

22. (16分)

如图所示，一质量为 $m=0.10\text{kg}$ 的小物块以初速度 u_0 从粗糙水平桌面上某处开始运动，经时间 $t=0.2\text{s}$ 后以速度 $u=3.0\text{ m/s}$ 飞离桌面，最终落在水平地面上。物块与桌面间的动摩擦因数 $\mu=0.25$ ，桌面高 $h=0.45\text{m}$ ，不计空气阻力，重力加速度 g 取 10 m/s^2 。求：

- (1) 小物块的初速度 u_0 的大小；
- (2) 小物块落地点距飞出点的水平距离 x ；
- (3) 小物块落地时的动能 E_k 。



【答案】 (1) $v_0=3.5\text{m/s}$

(2) $x=0.9\text{m}$

(3) $E_k=0.9\text{J}$

【解析】

(1) 小物块的加速度 $a = \frac{f}{m} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$ ，由 $v_0 - v = at$ ，将 $u=3.0\text{ m/s}$ ， $\mu=0.25$ ， $t=0.2\text{s}$ 代入，得小物块的初速度 $v_0=3.5\text{m/s}$ 。

(2) 小物块飞离桌面后做平抛运动，飞行时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，将 $h=0.45\text{m}$ 代入，得 $t=0.3\text{s}$ ，由 $x=vt$ ，将 $u=3.0\text{ m/s}$ 代入得小物块落地点距飞出点的水平距离 $x=0.9\text{m}$ 。

(3) 对小物块从离开桌面到落地的过程应用动能定理，

$mgh = E_k - \frac{1}{2}mv^2$ ，将 $h=0.45\text{m}$ ， $v=3.0\text{ m/s}$ ， $m=0.10\text{kg}$ 代入，得小物块

落地时的动能 $E_k=0.9\text{J}$ 。

23. (18分)

地球表面附近存在一个竖直向下的电场，其大小约为 100V/m 。在该电场的作用下，大气中正离子向下运动，负离子向上运动，从而形成较为稳定的电流，这叫做晴天地空电流。地表附近某处地空电流虽然微弱，但全球地空电流的总电流强度很大，约为 1800A 。以下分析问题时假设地空电流在全球各处均匀分布。

(1) 请问地表附近从高处到低处电势升高还是降低？

(2) 如果认为此电场是由地球表面均匀分布的负电荷产生的，且已知电荷均匀分布的带电球面在球面外某处产生的场强相当于电荷全部集中在球心所产生的场强；地表附近电场的大小用 E 表示，地球半径用 R 表示，静电力常量用 k 表示，请写出地表所带电荷量的大小 Q 的表达式；

(3) 取地球表面积 $S=5.1\times 10^{14}\text{m}^2$ ，试计算地表附近空气的电阻率 ρ_0 的大小；

(4) 我们知道电流的周围会有磁场，那么全球均匀分布的地空电流是否会在地球表面形成磁场？如果会，说明方向；如果不会，说明理由。

【答案】(1) 降低

$$(2) Q = \frac{ER^2}{k}$$

(4) 不会，理由见解析

【解析】

(1) 电场方向竖直向下，沿电场线方向电势降低，则高处电势高，低处电势低，因此从高处到低处电势降低。

(2) 由 $E = k \frac{Q}{R^2}$ ，得电荷量的大小 $Q = \frac{ER^2}{k}$ 。

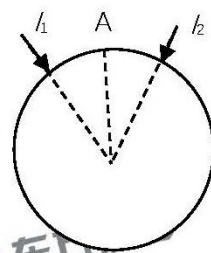
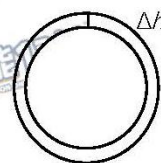
(3) 如图，从地表开始向上取一小段高度为 Δh 的空气层 (Δh 远小于地球半径 R)，则从空气层上表面到下表面之间的电势差为 $U = E \cdot \Delta h$ ，这段空气层的电阻 $r = \rho_0 \frac{\Delta h}{S}$ ，且

$I = \frac{U}{r}$ ；联立得到 $\rho_0 = \frac{ES}{I}$ ，将 $E = 100\text{V/m}$ ， $I = 1800\text{A}$ ，

$S = 5.1 \times 10^{14} \text{m}^2$ 代入，得 $\rho_0 = 2.8 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{m}$ 。

(4) 方法一：如图，为了研究地球表面附近 A 点的磁场情况，可以考虑关于过 A 点的地球半径对称的两处电流 I_1 和 I_2 ，根据右手螺旋定则可以判断，这两处电流在 A 点产生的磁场的磁感应强度刚好方向相反，大小相等，所以 I_1 和 I_2 产生的磁场在 A 点的合磁感应强度为零。同理，地球上各处的地空电流在 A 点的合磁感应强度都为零，即地空电流不会在 A 点产生磁场。同理，地空电流不会在地球附近任何地方产生磁场。

方法二：因为电流关于地心分布是球面对称的，所以磁场分布也必将关于地心球面对称，这就要求磁感线只能沿半径方向；但是磁感线又是闭合曲线。以上两条互相矛盾，所以地空电流不会产生磁场。



24. (20 分)

有电阻的导电圆盘半径为 R ，其边缘用电阻不计的导电材料包裹，可绕固定点 O 在水平面内转动，其轴心 O 和边缘处电刷 A 均不会在转动时产生阻力，空气阻力也忽略不计。用导线将电动势为 E 的电源、导电圆盘、电阻和开关连接成闭合回路，如图 1 所示在圆盘所在区域内充满竖直向下的匀强磁场，如图 2 所示只在 A 、 O 之间的一块圆形区域内存在竖直向下的匀强磁场，两图中磁场的磁感应强度大小均为 B ，且磁场区域固定。如果将开关 S 闭合，圆盘将会转动起来。

(1) 在图 1 中，将开关 S 闭合足够长时间后，圆盘转速达到稳定。

- a. 从上往下看，圆盘的转动方向是顺时针还是逆时针？
- b. 求稳定时圆盘转动的角速度 ω_1 的大小。

(2) 在图 2 中，进行了两次操作：第一次，当圆盘加速到 ω_0 时将开关断开，圆盘逐渐减速停下；第二次，当圆盘加速到 $2\omega_0$ 时将开关断开，圆盘逐渐减速停下。已知从理论上可以证明：在圆盘减速过程中任意一个极短的时间 Δt 内，角速度的变化量 $\Delta\omega = kF\Delta t$ ， F 是该时刻圆盘在磁场区域受到的安培力的大小， k 为常量。求两次操作中从开始减速到停下的过程中圆盘转过的角度之比 $\vartheta_1 : \vartheta_2$ 。

(3) 由于图 1 中的磁场范围比图 2 中的大，所以刚闭合开关时，图 1 中圆盘比图 2 中圆盘加速得快。有人认为：断开开关后，图 1 中圆盘也将比图 2 中圆盘减速得快。请分析说明这样的想法是否正确。

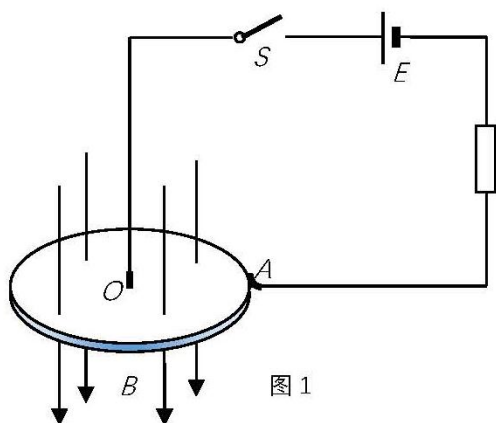


图 1

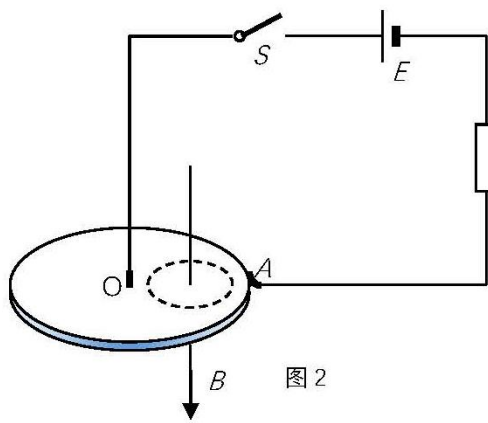


图 2

【答案】(1) a. 逆时针

$$b. \omega_1 = \frac{2E}{BR^2}$$

(2) $\vartheta_1 : \vartheta_2 = 1 : 2$

(3) 错误，理由见解析

【解析】

(1) a. 圆盘上由 OA 段金属导电，电流方向为 O 到 A，由左手定则可以判断出 OA 段受力指向纸面里侧，所以圆盘逆时针旋转。

b. 圆盘转动时，产生沿半径方向的感应电动势，在与轴 O 距离为 r 处沿半径方向取一小段长度 Δr ，这一小段距离上的感应电动势 $\Delta E_{\text{感}} = Br\omega\Delta r$ ，从轴 O 到圆盘边缘处求和，可得感应电动势

$E_{\text{感}} = B\omega \left(\frac{0+R}{2} \right) R = \frac{1}{2} BR^2 \omega$ 。当转动稳定后，圆盘的感应电动势（即反电动势）与电源电动势相等，因此有 $\frac{1}{2} BR^2 \omega_1 = E$ ，解得： $\omega_1 = \frac{2E}{BR^2}$ 。

(2) 图 2 中开关断开圆盘减速时，由于磁场区域固定，所以仍有圆盘的感应电动势 $E_{\text{感}} \propto \omega$ ，且可认为圆盘中电流流经的路径及电阻不变，因此安培力 $F \propto I \propto E \propto \omega$ ，即安培力 F 与角速度 ω 成正比；由题意知：在任意一段极短的时间 Δt 内，角速度的变化量 $\Delta\omega = kF\Delta t$ ，考虑到其中 $F \propto \omega$ ，可知 $\Delta\omega = k'\omega\Delta t$ (k' 为另一常量)，又因为 $\omega\Delta t = \Delta\vartheta$

(圆盘转过角度的变化量), 因此有: 对应任一小段时间 Δt , 总有 $\Delta\theta \propto \Delta\omega$ 。

所以, 从开始减速到停下的这段时间内, 圆盘转过的角度正比于其角速度的改变量, 即 $\theta_1:\theta_2=\omega_0:2\omega_0=1:2$ 。

(3) 开关断开后, 由于图 1 中磁场充满整个圆盘, 使得圆盘沿每条半径方向的感应电动势都一样大, 电荷只在盘心和盘边缘处积累, 不会在圆盘内部形成电流(涡流), 因此在开关断开后, 只要没有其它的阻力, 圆盘将匀速转动不会减速。图 2 中由于磁场存在于圆盘中的一部分区域内, 使得开关断开后, 仍有电流在圆盘内部形成回路(涡流), 进而引起安培力使圆盘减速。因此这样的想法错误。