

太原市2021年高三年级模拟考试(二)

理科综合能力测试

(考试时间:上午9:00—11:30)

注意事项:

1. 答题前,考生务必将自己的姓名、考试编号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用2B铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑,如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量:H 1 C 12 N 14 O 16 S 32 Cl 35.5 Ca 40 Ti 48

一、选择题:本题共13小题,每小题6分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

1. 研究发现,分泌蛋白的合成起始于游离的核糖体,合成的初始序列为信号序列。当它露出核糖体后,在信号识别颗粒的引导下与内质网膜上的受体接触,信号序列穿过内质网膜后,蛋白质合成继续,并在内质网腔中将信号序列切除。合成结束后,核糖体与内质网脱离,重新进入细胞质基质,基于以上事实的推测,正确的是
 - A. 内质网膜的基本骨架是由磷脂和蛋白质组成的
 - B. 核糖体与内质网的结合依赖于生物膜的流动性
 - C. 附着在内质网上的核糖体合成的蛋白质都是分泌蛋白
 - D. 控制信号序列合成的基因发生突变可能不影响肽链的继续合成
2. 下列关于细胞呼吸的叙述,正确的是
 - A. 中耕松土能促进根细胞有氧呼吸,有利于根细胞对矿质离子的吸收
 - B. 包扎伤口时,选用透气的消毒纱布或创可贴可以促进细菌的有氧呼吸,从而利于伤口愈合
 - C. 人在剧烈运动时, O_2 的消耗量会少于 CO_2 的产生量
 - D. 在无氧呼吸过程中,葡萄糖中的能量大部分以热能形式散失,少部分转化为ATP中的化学能

3. 从生物学上来说,人体内基因中有原癌基因,也有抑癌基因。下列相关叙述错误的是

- A. 正常细胞,两种基因协调表达,可控制细胞的生长和分裂
- B. 前者如果过度激活就会导致细胞开始异常增殖,形成肿瘤
- C. 后者一旦发生突变,细胞将突破细胞周期禁锢,开始可控分裂
- D. 后者担当着细胞监管者的身份,可以通过严格控制细胞周期来发挥作用

4. 植物生长调节剂广泛应用于农业生产。下列相关叙述符合实际的是

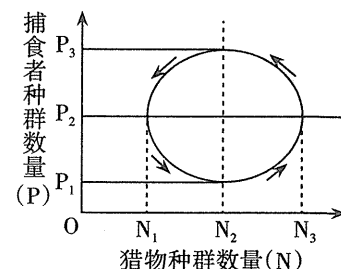
- A. 用一定浓度的赤霉素溶液处理芦苇、水稻等作物能增加经济效益
- B. 适宜浓度的2,4-D可用于清除农田中的单子叶和双子叶杂草
- C. 为使瓜果提早上市,可先对瓜果喷施脱落酸,然后进行套袋处理
- D. 茄子、尖椒开花期连逢阴雨,可喷洒适宜浓度的NAA防止减产

5. 将两株表现型相同的植物杂交,子代植株的性状为:37株红果叶片上有短毛,19株红果叶片无毛,18株红果叶片上有长毛,13株黄果叶片上有短毛,7株黄果叶片上有长毛,6株黄果叶片无毛。下列叙述错误的是

- A. 若只考虑果实性状,红色对黄色为显性性状
- B. 若只考虑叶毛性状,则短毛个体都是纯合体
- C. 两亲本的表现型是红果短毛
- D. 控制这两对相对性状的基因位于非同源染色体上

6. 科学家通过研究种间捕食关系,构建了捕食者—猎物模型,如图所示(图中箭头所指方向代表曲线变化趋势)。有关说法正确的是

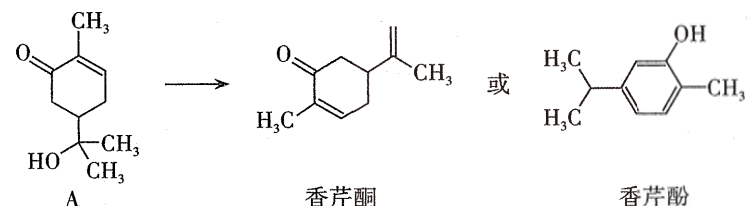
- A. 该模型属于物理模型
- B. 反映了生态系统中普遍存在的负反馈调节
- C. 捕食者种群数量与猎物种群数量变化始终呈正相关
- D. 图中最可能代表捕食者K值数据为 P_3



7. 2022年,第24届冬奥会将在北京与张家口举行,场馆建设中使用了大量新材料、新能源和新技术。下列说法错误的是

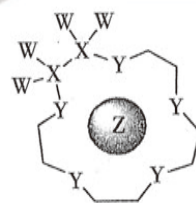
- A. 使用新型二氧化碳制冷剂更环保
- B. 使用风能、太阳能等二次能源为奥运场馆供电
- C. Cl_2 、 ClO_2 和 O_3 等均可以作为自来水的消毒剂
- D. 生产铁合金时,将炽热的铁水注入模具之前,模具必须进行充分的干燥处理

8. 香芹酮是一种重要的香料,广泛应用于食品工业和化学工业,特别是牙膏、硬糖、口香糖和各种饮料的生产中。由A物质可合成香芹酮或香芹酚。下列说法错误的是

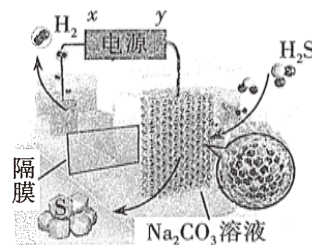


- A. 香芹酚环上的二氯代物共有3种
B. 香芹酚分子中最多有9个碳原子共平面
C. 物质A制备香芹酮的反应是取代反应
D. 以上三种物质均可使酸性高锰酸钾溶液褪色
9. 能正确表征下列反应颜色变化的离子方程式的是
- A. 向 $Mg(OH)_2$ 悬浊液中滴加 $FeCl_3$ 溶液出现红褐色沉淀: $3Mg(OH)_2(s)+2Fe^{3+}=2Fe(OH)_3(s)+3Mg^{2+}$
B. 饱和 Na_2CO_3 溶液中通入过量 CO_2 产生白色晶体: $CO_3^{2-}+CO_2+H_2O=2HCO_3^-$
C. 室温下用稀 HNO_3 溶解铜生成蓝色溶液: $Cu+2NO_3^-+4H^+=Cu^{2+}+2NO_2\uparrow+2H_2O$
D. 湿润的淀粉碘化钾试纸遇氯气变蓝: $3Cl_2+I^-+3H_2O=6Cl^-+IO_3^-+6H^+$

10. 科学家利用四种原子序数依次增加的短周期元素W、X、Y、Z“组合”成一种超分子(实线代表共价键,其他重复单元的W、X未标注),具有高效的催化性能,其结构如图所示。已知W、X、Z分别位于不同周期,且Z的原子半径在短周期原子(除稀有气体)中最大。下列说法正确的是



- A. 简单离子的半径: $Z>Y>W$
B. W、X形成的二元化合物中只含极性键
C. Z与Y的单质反应生成的物质中阴、阳离子个数比为1:1
D. W、X、Y三种元素可形成多种弱酸
11. 最近我国科学家以石墨烯壳层封装钴镍纳米粒子的铠甲催化剂作电极,实现了合成气中 H_2S 杂质的高效去除,其工作原理如图所示。下列说法错误的是



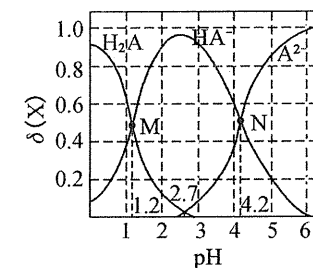
- A. x为电源负极,阴极区溶液的pH增大
B. 为同时实现氢气和硫粉的分离与回收,隔膜为阳离子交换膜
C. 阳极的电极反应式为 $H_2S-2e^-=S+2H^+$
D. 通电一段时间后,阴极区的溶液可以补充到阳极区,实现电解液的再生

12. 某同学探究 Fe^{2+} 还原性的实验记录如下:

实验编号	①	②	③
实验过程	5滴 $1.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} H_2O_2$ 溶液 2 mL $0.15\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} FeCl_2$ (盐酸酸化 $pH<1$)、2滴 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} KSCN$ 混合溶液	5滴 $1.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} H_2O_2$ 溶液 2 mL $0.15\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} FeCl_2$ (盐酸酸化 $pH=5$)、2滴 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} KSCN$ 混合溶液	足量 O_2 2 mL $0.15\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} FeCl_2$ (盐酸酸化 $pH<1$)、2滴 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} KSCN$ 混合溶液
实验现象	溶液变红,大约10秒左右红色褪去,有气体生成(经检验为 O_2),取褪色后溶液,滴加盐酸和 $BaCl_2$ 溶液,产生白色沉淀	溶液变红且不褪色,有气体生成(经检验为 O_2),经检验反应后的液体有丁达尔效应;取反应后溶液,滴加盐酸和 $BaCl_2$ 溶液,无白色沉淀	溶液变红且不褪色,滴加盐酸和 $BaCl_2$ 溶液,无白色沉淀,经检验反应后的液体无丁达尔效应

下列说法错误的是

- A. ②中红色液体中含有 $Fe(OH)_3$ 胶体
B. 对比①③,可知酸性条件下 H_2O_2 的氧化性大于 O_2
C. 对比①②,可知酸性越强, H_2O_2 的氧化能力越强
D. 由①可知,向 H_2O_2 溶液中滴加少量 $FeCl_3$ 溶液发生反应: $2Fe^{3+}+H_2O_2=O_2\uparrow+2H^++2Fe^{2+}$
13. 改变二元弱酸 H_2A 稀溶液的pH,溶液中的 H_2A 、 HA^- 、 A^{2-} 的分布系数 $\delta(X)$ 随pH的变化如图所示[已知: $\delta(X)=\frac{c(X)}{c(H_2A)+c(HA^-)+c(A^{2-})}$]。下列说法错误的是



- A. $\lg[K_{a1}(H_2A)]=-1.2$
B. 水的电离程度:M点>N点
C. 向 H_2A 溶液中滴加 $NaOH$ 溶液至 $pH=4.2$ 时,
 $c(Na^+)+c(H^+)=c(OH^-)+3c(A^{2-})$
D. 向 H_2A 溶液中加入等体积等浓度的 $NaOH$ 溶液完全反应后的溶液中: $c(HA^-)>c(A^{2-})>c(H_2A)$

二、选择题:本题共8小题,每小题6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。全部选对得6分,选对但不全得3分,有选错的得0分。

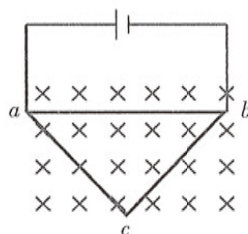
14. 并联式混合动力汽车(PHEV),它可以由电动机和发动机单独或同时供给动力。某次启动时,汽车先采用电动机为动力源,由静止匀加速 t 后速度达到 v ,然后在混合动力的共同作用下,再匀加速运动 x 时速度达到 $2v$ 。则汽车在前、后两个加速过程中的加速度大小之比为

- A. $\frac{2x}{vt}$ B. $\frac{x}{vt}$ C. $\frac{2x}{3vt}$ D. $\frac{x}{3vt}$

15. 如图,平板车在拖拉机的牵引下沿水平道路匀速前进。某段时间内,甲在水平蹦床上跳跃且上升的最大高度越来越大,而坐在车上的乙观察到甲始终沿竖直方向运动。将甲视为质点,不考虑空气阻力,下列判断正确的是



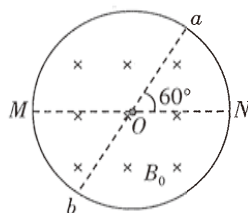
- A. 乙观察到甲做匀变速曲线运动
B. 甲与蹦床间的作用力始终沿竖直方向
C. 每次与蹦床作用的过程中,蹦床对甲的冲量均为零
D. 甲每次从离开到落回蹦床的时间均相同
16. 如图,固定在匀强磁场中的线框 abc 是由一根粗细均匀的导线弯折成的闭合等腰直角三角形, $\angle c = 90^\circ$, 线框所在平面与磁场方向垂直。现将直流电源接在线框的 a, b 两点间, 此时 ac 受到的安培力大小为 F , 则



- A. 导线 bc 与 ac 受到的安培力相同
B. 导线 acb 受到的安培力大小为 $\frac{\sqrt{2}}{2}F$
C. 导线 ab 与 acb 受到的安培力大小相等
D. 整个线框受到的安培力大于 $2\sqrt{2}F$
17. 农运会的挑担子比赛中,甲、乙两位选手用同样的扁担(竹竿)挑起同样的重物沿水平方向匀速向前跑动。图中扁担始终保持水平,且与重物处于同一竖直平面内,甲用水平方向的力控制扁担,而乙两手用大小相等的力平行扁担水平反向拉绳保持扁担稳定。下列说法正确的是



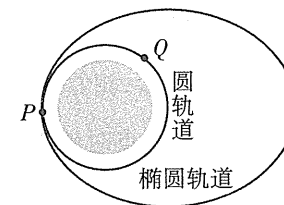
- A. 两位选手受到扁担的压力值相等
B. 甲受到扁担的压力值大于乙受到扁担的压力值
C. 若乙仅增大手对绳的拉力值,扁担对他的压力值将会增大
D. 若乙仅将手对绳的拉力改为斜向上方向,扁担对他的压力值将会增大
18. 如图,圆形区域内有垂直纸面、大小为 B_0 的匀强磁场,两个带电粒子 a, b , 以相同的速度 v_0 从 M 点沿直径 MN 射入磁场,之后从 a, b 两点射出磁场。 ab 是另一直径的两端点,且 $\angle aON = 60^\circ$ 。不考虑粒子间的作用,则



- A. a, b 两粒子比荷的绝对值之比为 $1:2$
B. a, b 两粒子在磁场中运动的时间之比为 $3:1$
C. 仅将 B_0 变为 $\sqrt{3}B_0$, a 在磁场中运动的时间将变为原来的 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 倍
D. 仅将 v_0 增大为 $3v_0$, a, b 在磁场中运动的时间之比将大于 $3:1$

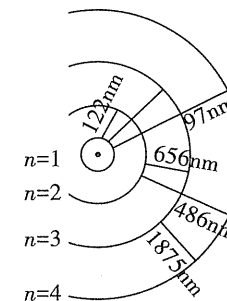
19. 2月10日,“天问一号”探测器顺利进入大椭圆环火轨道,成为我国第一颗人造火星卫星。

目前,探测器已进入火星圆轨道,开展预选着陆区探测。如图为探测器在某椭圆轨道和圆形轨道上正常运行时的示意图,两轨道相切于 P 点, Q 为圆轨道上的另一点,椭圆轨道的半长轴等于圆形轨道的直径,则探测器



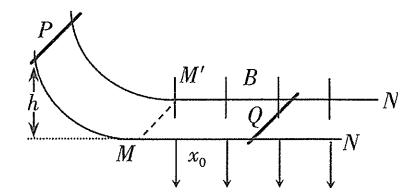
- A. 在椭圆轨道上的动能总大于在圆轨道上的动能
B. 在 Q 点和椭圆轨道上 P 点,与火星间的引力势能相等
C. 在椭圆轨道上的 P 点与圆轨道上的 P 点的加速度相同
D. 在椭圆轨道上的运行周期是圆轨道上周期的2倍

20. 如图为某原子的能级及核外电子在两能级间跃迁时辐射光子波长的示意图,设原子处于 $n=1, 2, 3, 4$ 的能级时,对应原子的能量为 E_1, E_2, E_3, E_4 , 则下列判断正确的是



- A. 该原子吸收波长为 97 nm 的光子后,可能从 E_2 跃迁到 E_4
B. $E_3 - E_2 = \frac{1}{2}(E_2 - E_1)$
C. 用动能等于 122 nm 光子能量的电子撞击原子,原子可能从 E_2 跃迁到 E_3
D. 原子从 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 时,释放光子的波长为 $\frac{122 \times 656}{122 + 656} \text{ nm}$

21. 如图,间距为 l 的两平行光滑金属导轨(电阻不计)由水平部分和弧形部分平滑连接而成,其水平部分足够长,虚线 MM' 右侧存在方向竖直向下、大小为 B 的匀强磁场。两平行金属杆 P, Q 的质量分别为 m_1, m_2 , 电阻分别为 R_1, R_2 , 且始终与导轨保持垂直。开始两金属杆处于静止状态, Q 在水平轨道上距 MM' 为 x_0 , P 在距水平轨道高为 h 的倾斜轨道上。现由静止释放 P , 一段时间后,两金属杆间距稳定为 x_1 , 则在这一过程中



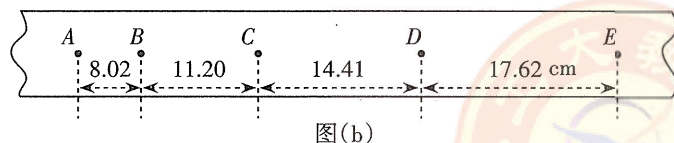
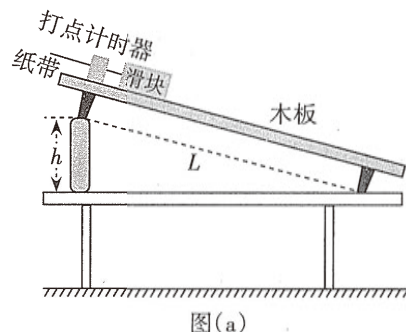
- A. 稳定后两导轨间的电势差为 $\frac{m_1 Bl}{m_1 + m_2} \sqrt{2gh}$
B. 当 Q 的加速度大小为 a 时, P 的加速度大小为 $\frac{m_1}{m_2} a$
C. 通过 Q 的电荷量为 $\frac{Bl(x_0 - x_1)}{R_1 + R_2}$
D. P, Q 产生的焦耳热为 $\frac{m_1 m_2 gh}{m_1 + m_2}$

三、非选择题:本卷包括必考题和选考题两部分。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(129分)

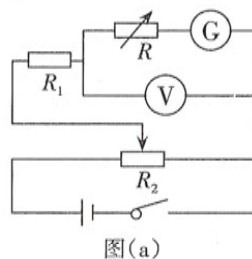
22. (6分)用图(a)所示的装置测量木板与滑块间的动摩擦因数时,两支柱间距 $L = 80.00\text{ cm}$,打点计时器所用交流电的周期 $T = 0.02\text{ s}$ 。当垫块高度为 $h = 40.00\text{ cm}$ 时,获得的纸带如图(b)所示,相邻两点间还有四个点没有画出(取 $g = 10\text{ m/s}^2$,结果保留两位小数)。

- (1)打下B点时滑块的速度值为_____m/s;
- (2)滑块的加速度值为_____m/s²;
- (3)当把垫块的高度调整为48.00 cm时,测得滑块的加速度值为4.30 m/s²,则滑块与木板之间的动摩擦因数为_____。



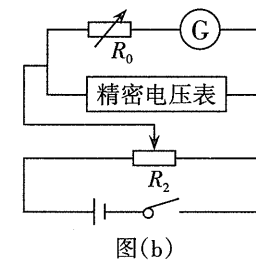
23. (9分)一只演示电流表(G),表盘既无刻度值又不知其内阻值。为测量该电流表的参数,某同学进行了下列操作:

- (1)将(G)按图(a)所示接入电路,为确保安全,开关闭合前,滑动变阻器 R_2 的滑片应置于_____ (填“最左端”、“最右端”或“正中间”);
- (2)将电阻箱 R 调为 $300.0\ \Omega$,闭合开关,调节 R_2 的滑片使(G)的指针指到满偏 I_g ,此时(V)的示数为1.20 V;
- (3)保持(V)的示数不变,反复调整 R 的阻值和 R_2 滑片的位置,使(G)的指针指到 $\frac{1}{2}I_g$,此时电阻箱 R 的阻值为 $700.0\ \Omega$;
- (4)可知(G)的内阻为_____ Ω ,满偏电流 I_g 为_____ mA;
- (5)将(G)改装成量程为3 V的电压表,电阻箱的值需调为 R_0 ,则 $R_0 =$ _____ Ω 。

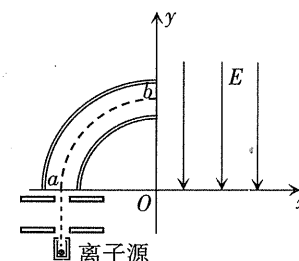


(6)在用图(b)的电路对改装的电压表进行校准时,发现其示数总是精密电压表的0.9倍。若测得的电流表量程 I_g 的值是准确的而内阻及 R_0 可能存在误差或错误,则可采用的矫正方法是将电阻箱的值调为_____。(填正确答案标号)

- A. $R_0 - \frac{1000}{11}\ \Omega$ B. $R_0 - \frac{1000}{9}\ \Omega$
C. $\frac{81}{91}R_0$ D. $\frac{10}{11}R_0$



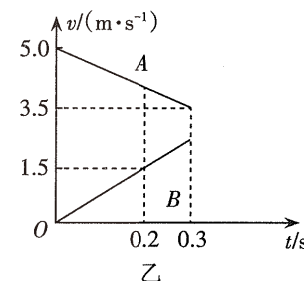
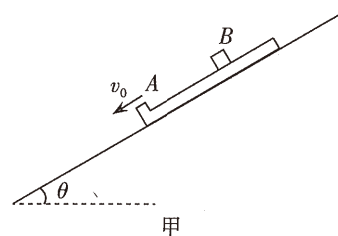
24. (12分)如图所示,在坐标系 xOy 的第I象限内,分布着场强大小为 E 、沿 y 轴负方向的匀强电场;第II象限内,圆心为 O 的 $\frac{1}{4}$ 圆环状区域存在沿半径方向的辐向均匀电场,虚线 ab 为圆环外径和内径间的中心线,中心线上电场强度的大小也恒为 E 、方向均指向 O 点, ab 圆弧的半径为 R 。离子源飘出的正离子束(初速度可忽略),经第III象限的电场加速后从 x 轴上的 a 点进入辐向电场,并沿中心线 ab 做圆周运动,之后由 b 点进入第I象限并射到位于 x 轴的靶上。不计重力和离子间的相互作用,求:



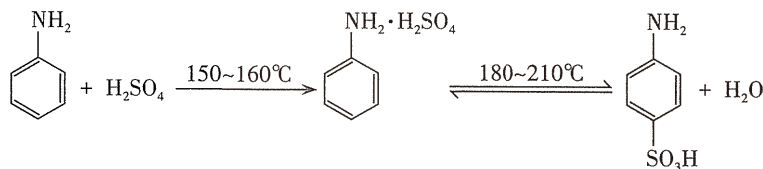
- (1)加速电场的电压;
- (2)离子射到靶上时的位置坐标及其速率与比荷的关系。

25. (20分)如图甲,倾角 $\theta = 30^\circ$ 的足够长的斜面上,质量 $m_1 = 3\text{ kg}$ 的木板A沿斜面下滑,其下端固定有与木板垂直的弹性小挡板。 $t = 0$ 时,将质量 $m_2 = 2\text{ kg}$ 的小滑块B(可视为质点)轻放到A的上表面,在 $0 \sim 0.3\text{ s}$ 内,A、B的 $v-t$ 图像如图乙所示。已知当A的速度减为零时B恰好到达A的下端,并与小挡板发生弹性碰撞,碰撞时间极短且碰撞前后两物体沿同一直线运动。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力,取 $g = 10\text{ m/s}^2$,求:

- (1)A与斜面间的动摩擦因数及B与A间的动摩擦因数;
- (2)B与A第一次碰撞时速度的大小;
- (3)第一次碰撞后B与小挡板间的最大距离。



26. (14分)对氨基苯磺酸用于制造偶氮染料,生产工艺有固相法和液相法。液相法是用高沸点溶剂作为转位载体,使苯胺硫酸盐实现分子内重排。其反应原理为:

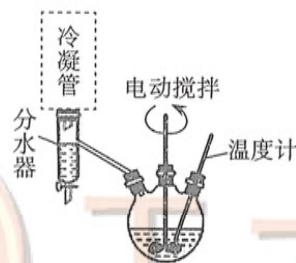


已知:①蒸馏物沸点超过 140°C 时,一般选用空气冷凝管。

名称	相对分子质量	熔点/ $^\circ\text{C}$	沸点/ $^\circ\text{C}$	理化性质
② 苯胺	93	-6.1	184.4	对氨基苯磺酸 280°C 分解碳化,微溶于冷水,不溶于乙醇和苯。有显著酸性,能溶于苛性钠溶液和碳酸钠溶液。
对氨基苯磺酸	173	365	500	

实验步骤:

- ①向三颈烧瓶中加入 60 mL 经惰性化处理的溶剂汽油、0.1 mol (约 10 mL) 苯胺及几粒沸石,小心地分批加入 18 mL 浓硫酸 (密度约为 $1.84\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$),控制温度,使其成盐。
- ②将温度计、冷凝管、分水器和搅拌器如图安装在三颈烧瓶上,将三颈烧瓶置于油浴中缓慢加热至 $180\sim 210^\circ\text{C}$,维持此温度 $2\sim 2.5\text{ h}$,进行脱水转位反应。
- ③反应结束后,降温,倾出溶剂,加水,加少量无水亚硫酸钠,待其溶解后,用碳酸钠溶液调 $\text{pH}=7\sim 8$,过滤,弃去滤渣,在滤液中加入少量无水亚硫酸钠,用稀硫酸酸化至 $\text{pH}=2$,抽滤,得晶体。用少量冷水洗涤、干燥,称量,经提纯得 10.38 g 产品。

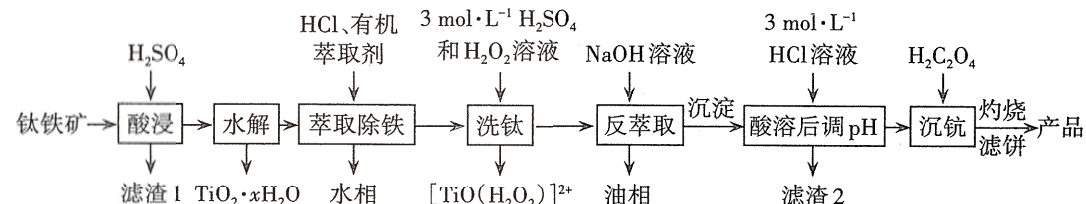


回答下列问题:

- (1)在步骤②组装的反应装置中应选用_____冷凝管(填“直形”、“球形”或“空气”),根据以上实验药品的用量,三颈烧瓶最适宜的规格为_____ (填字母)。

A. 50 mL B. 100 mL C. 250 mL D. 500 mL
- (2)步骤②控制反应温度在 $180\sim 210^\circ\text{C}$ 的原因是_____。在实际操作中采用油浴加热的主要原因是_____。“分水器”的作用原理是使水和有机相形成共沸物回流,有机相在上层流回烧瓶,水在下层从下边放出,该反应使用分水器的优点是_____。
- (3)步骤③中“抽滤”的优点是_____。
- (4)步骤③操作过程中使用碳酸钠溶液的作用是_____。
- (5)计算本实验中对氨基苯磺酸的产率为_____。

27. (13分)氧化钪(Sc_2O_3)是钪制品中较为重要的产品之一,可用作半导体镀层的蒸镀材料,不溶于水,溶于热酸中。可利用钛铁矿(主要成分为 TiO_2 、 FeO 、 Fe_2O_3 ,还含有少量 SiO_2 、 Sc 等)来制备,工艺流程如下:



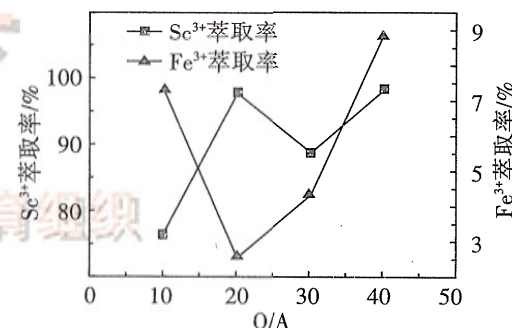
已知:①室温下 TiO^{2+} 完全沉淀的 pH 为 1.05。

②当离子浓度减小至 $1\times 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,可认为沉淀完全。

③室温下 $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=4.0\times 10^{-38}$, $K_{\text{sp}}[\text{Sc}(\text{OH})_3]=1.25\times 10^{-33}$, $\lg 2=0.3$ 。

回答下列问题:

- (1)“滤渣1”的主要成分是_____。 $[\text{TiO}(\text{H}_2\text{O}_2)]^{2+}$ 中 Ti 的化合价为_____, H_2O_2 还有一个作用是_____。
- (2)“酸浸”后 TiO_2 转化为 TiOSO_4 , 写出“水解”时反应的离子方程式:_____,该反应需要在_____ (填“高温”或“低温”)条件下进行。
- (3)“萃取除铁”时 Fe^{3+} 和 Sc^{3+} 的萃取率与 O/A 比(有机相与水相的体积比)的关系如图所示。该工艺中最佳 O/A 比为_____。



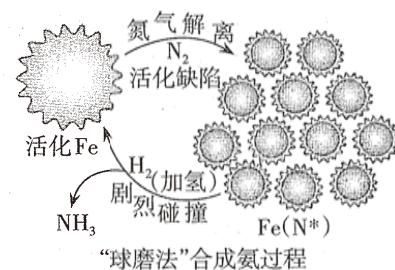
- (4)“沉钪”时生成 $\text{Sc}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$, 写出滤饼在空气中灼烧的化学方程式_____。
- (5)“酸溶”后得到较纯的富钪(ScCl_3)溶液,滤液中 Sc^{3+} 、 Fe^{3+} 的浓度均小于 $0.01\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,则调节溶液的 pH 应控制的范围是_____。

28. (16分)(1)“哈伯法”合成氨的反应: $\text{N}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[20\text{ MPa}]{450^\circ\text{C}/\text{Fe}} 2\text{NH}_3(\text{g}) \Delta H$, 相关化学键的键能数据如下表:

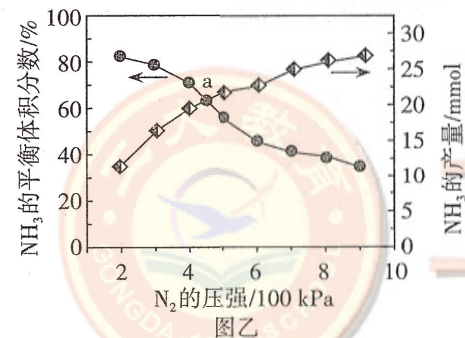
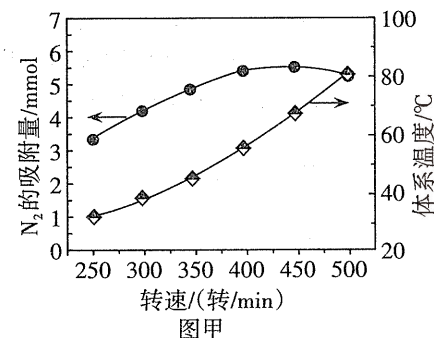
化学键	$\text{N}\equiv\text{N}$	$\text{H}-\text{H}$	$\text{N}-\text{H}$
键能/ $(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$	946.0	436.0	390.8

- ①由键能计算该反应的 $\Delta H=$ _____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。
- ②在一定温度下,向 2 L 密闭容器中通入 1 mol N_2 、3 mol H_2 ,反应达平衡时 NH_3 的体积分数为 25.0%,则 N_2 的平衡转化率 $\alpha(\text{N}_2)=$ _____,该温度下的平衡常数 K 的数值为_____ (结果保留两位有效数字)。

(2)“球磨法”是在温和的条件下(45℃和100 kPa)合成氨,氨的最终体积分数可高达82.5%。该法分为两个步骤:第一步,铁粉在球磨过程中被反复剧烈碰撞而活化,产生高密度的缺陷,氮分子被吸附在这些缺陷上[Fe(N*)],有助于氮分子的解离。第二步, N*发生加氢反应得到NH_x* (x=1~3), 剧烈碰撞中, NH_x*从催化剂表面脱附得到产物氨。



- ①“球磨法”与“哈伯法”相比较,下列说法正确的是_____ (填字母)。
- A. 催化剂(Fe)缺陷密度越高, N₂的吸附率越高
 B. “哈伯法”采用高温主要用于解离氮氮三键,而“球磨法”不用解离氮氮三键
 C. “球磨法”中“剧烈碰撞”只是为了产生“活化缺陷”
 D. “球磨法”不采用高压,是因为低压产率已经较高,加压会增大成本
- ②机械碰撞有助于催化剂缺陷的形成,而摩擦生热会使体系温度升高。图甲是N₂吸附量、体系温度随球磨转速变化曲线,则应选择的最佳转速约_____转/min。若选择500转/min的转速, N₂的吸附量降低的原因可能是_____。



- ③如图乙,平衡时NH₃的体积分数随N₂初始压强增大而_____ (填“增大”、“减小”或“不变”), a点处N₂与H₂的投料比_____ 1:3 (填“<”、“=”或“>”)。

29. (10分)请根据下列科学史实回答:

在光合作用研究过程中,陆续发现以下事实:

事实1:植物生理学家希尔发现,将叶绿体分离后置于含有一定浓度蔗糖溶液的试管中,制备成叶绿体悬浮液,若在试管中加入适当的“电子受体”并给予叶绿体一定强度的光照,在没有CO₂时就能放出O₂,同时电子受体被还原。希尔反应式是H₂O+氧化态电子受体→还原态电子受体+1/2O₂。

事实2:在上述反应的基础上,有科学家又发现,处于光下的叶绿体在不供给CO₂时,既能积累还原态电子受体也能积累ATP;若撤去光照,供给CO₂,则还原态电子受体和ATP被消耗,并有有机物(CH₂O)产生。

根据以上事实,请回答:

- (1)事实1中的反应模拟了叶绿体光合作用中_____阶段的部分变化,该实验中配制叶绿体悬浮液时加入一定浓度的蔗糖溶液的目的是_____。
- (2)事实2的实验说明(CH₂O)的生成可以不需要光,但需要_____ (不考虑水)。
- (3)若向叶绿体悬浮液中加入C₃且提供光照、不提供CO₂则短时间内ATP和[H]_____ (填“会”或“不会”)出现积累,原因是_____。

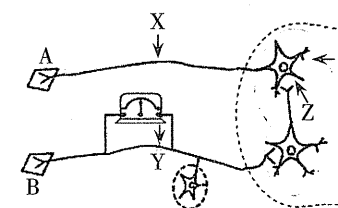
30. (9分)如图为膝跳反射模式图。X、Y为神经纤维上的实验位点,Z为突触间隙。请回答:

- (1)据图可以确认图中A为_____,包括_____和_____。

- (2)某种药物可以阻断青蛙屈肌反射活动。将药物放在X处,刺激Y,肌肉收缩;将药物放在Z处,刺激Y,肌肉不收缩。该实验结果证明这种药物在神经系统中仅对_____有阻断作用。

- (3)如果在Y处膜外安放如图所示的灵敏电流计,给予X点一个强刺激,电流计指针发生偏转_____次。

- (4)兴奋在细胞间只能单向传递,请利用题中已有的实验器材重新设计实验加以证明,请简要说明设计思路:



31. (8分)在生态农业建设中,某城乡结合部利用农田、鱼塘等,构建了含植物(芦苇、藻类植物等)、动物(青鱼、浮游动物等)、微生物等多种生物的人工湿地,用于治理由排放的粪便污水造成的环境污染,并将净化后的水再排入自然水系,保护水体。经过几年治理,该区域呈现出“鱼翔浅底”“水鸟翔集”等美丽景象,从而成为居民喜爱的湿地公园。请回答:

- (1)调查该生态系统中青鱼的种群密度,常采用的方法是_____。
- (2)“精明的捕食者策略”指出,生态系统中捕食者的存在,客观上有利于被捕食者种群的发展,原因是_____。

- (3)人工湿地的建成大大改善了该地区的生态环境,生态系统的自我调节能力也在增强,这种能力的大小主要取决于_____。

- (4)湖面水鸟嬉戏交颈,使人联想起“关关雎鸠,在河之洲”的诗句。诗中“关关”(“关关”是雌雄二鸟相互应和的叫声)属于生态系统中的物理信息,该信息在生态系统中的作用是_____。

- (5)环境污染是影响生态系统稳定性的因素之一。研究环境污染对生物的影响,可用于生态风险评估。进行生态风险评估时,要计算出一个风险商数(RQ),若RQ<1则显示污染物对生物的健康只构成低风险,RQ≥1则显示污染物可能对生物有害。请根据表中的RQ值预测污染物对4种生物生存的影响是_____。

生物种类		RQ	
		汞(Hg)	铅(Pb)
A	某种小乔木	0.75	0.55
B	某种植食动物	1.26	0.84
C	某种大型真菌	0.91	0.48
D	某种肉食动物	1.25	2.05

32. (12分)请填写下列杂交育种的相关内容,请回答:

- (1)杂交育种是将父母本杂交,形成不同种类的遗传多样性,再通过_____获得具有父母本优良性状,且不带有父母本中不良性状的新品种的育种方法。
- (2)杂交育种的优点是可将同一物种里两个或多个优良性状集中在一个新品种中,还可以产生_____,获得比亲本品种更强或表现更好的新品种,缺点是_____。
- (3)杂交过程的去雄就是将_____亲本的_____在其开裂并散落花粉之前去除,去雄的雌花或花序要立即_____,以避免任何外来花粉对其进行授粉。
- (4)马铃薯品种是杂合子(有一对基因杂合即可称为杂合子),生产上通常用块茎繁殖,现要选育黄肉(Yy)、抗病(Rr)的马铃薯新品种。请设计马铃薯品种间杂交育种程序,要求用遗传图解表示并加以简要说明(写出包括亲本在内的三代即可)。

(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。

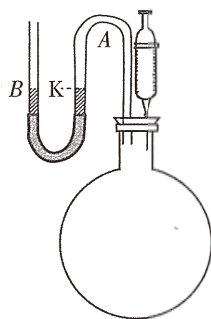
33.【物理——选修3-3】(15分)

- (1)(5分)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. 塑料袋中密封良好的气体被快速挤压时,分子的动能都增大
 - B. 储气罐中气体的温度升高时,单位时间内与罐壁碰撞的分子数增加
 - C. 玻璃的分子在空间上呈周期性排列
 - D. 在两分子间距减小的过程中,分子力做负功时分子势能增大
 - E. 制冷机工作时从低温环境提取热量散发到高温环境不违背热力学第二定律

- (2)(10分)如图所示,足够长的细U形玻璃管A与细直玻璃管B,底端通过橡胶软管连接,其内注有足够量的水银,A的右端插入橡皮塞密封的烧瓶内。开始时,A、B内的水银面等高且处于K处,烧瓶内封闭气体的体积为 V_0 ,温度为 T_0 ,大气压强相当于高度为 h_0 的水银柱产生的压强,气体可视为理想气体。把最大容积为 $\frac{1}{8}V_0$ 的针筒排净空气,将针头扎过橡皮塞并让活塞缓慢拉至最大刻度,忽略细管的体积。

(i)求A管内水银面上升的高度 h 。

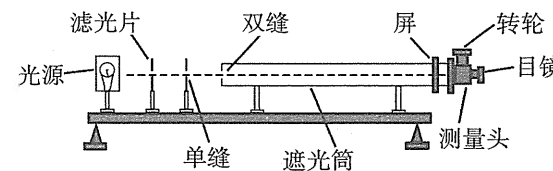
- (ii)拔出注射器(烧瓶不漏气)推出其内气体,再次扎过橡皮塞并抽拉到最大刻度,然后对烧瓶缓慢加热。求A内水银面与K平齐时的温度。



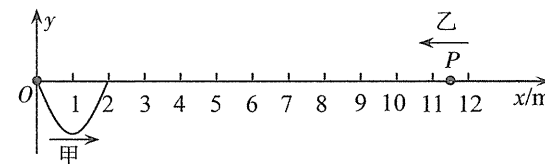
34.【物理——选修3-4】(15分)

- (1)(5分)利用如图的装置测量光的波长时,若双缝间距为 d ,屏与双缝间距为 l 。当插上红色滤光片后,从目镜中观测到第1个亮条纹与第 n 个亮条纹的间距为 Δx ,则_____。(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. 红光的波长为 $\frac{l\Delta x}{(n-1)d}$
- B. 换用间距较小的双缝,目镜中观察到的亮条纹个数将减少
- C. 将屏向双缝移动,可增加目镜中观察到的亮条纹个数
- D. 取下红色滤光片,目镜上不会观察到干涉条纹
- E. 将红色滤光片换成蓝色,相邻两亮条纹间的距离将减少



- (2)(10分) O 、 P 是两简谐波的波源,其坐标值分别为 $x_0=0$ 、 $x_P=11.5$ m,激发的两列横波甲、乙沿 x 轴相向传播, $t=0$ 时的波形如图所示,此时 P 质点尚未开始振动。 $t_1=0.6$ s时,甲、乙两列横波分别传到8.0 m和9.5 m处,且 P 恰好振动了一个周期。已知两列波的波速相同且波幅均为20 cm,求:



- (i) P 质点开始振动的时刻;
- (ii) O 、 P 间质点最早出现位移为-40 cm的时刻。

35.【化学——选修3:物质结构与性质】(15分)

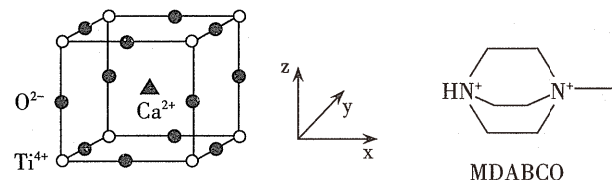
2019年清华大学徐成俊课题组以电化学分析、Pourbaix图等综合分析方法为基础,在电解质(如 ZnSO_4 溶液)中引入了 Mn^{2+} ,在 Zn^{2+} 、 H^+ 、 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} 和 OH^- 的共同参与下,对水系 Zn/MnO_2 锌离子电池在 Mn^{2+} 存在下的储能机理提出了新的见解。

- (1)基态 Zn 原子有_____种不同空间运动状态的电子。

- (2)一个 Zn^{2+} 可与4个DMF(二甲基甲酰胺,结构为 $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{N}(\text{CH}_3)_2$)分子形成具有规则四面体的配合物,该配合物可以有效抑制锌负极的析氢反应和锌枝晶的生长。该配体分子中C的杂化方式为_____ ,配体中C、N、O元素的第一电离能 I_1 由小到大的顺序为_____ (填元素符号)。

- (3) H_2O 、 H_2S 、 ZnSO_4 按熔点由高到低的顺序排列为_____,判断的依据是_____。

(4) 钙钛矿是自然界中的一种常见矿物,其晶体属立方晶系,某种钙钛矿的晶胞结构如图所示。

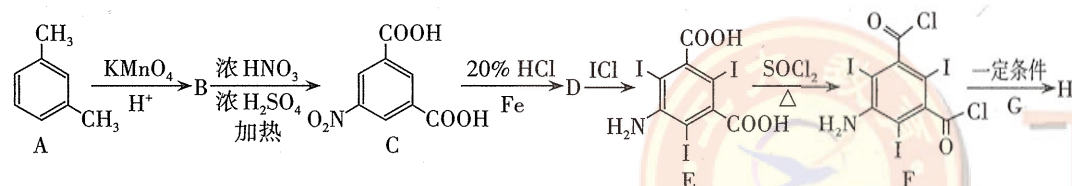


①该钙钛矿晶体密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, N_A 为阿伏加德罗常数的值,晶胞中氧离子之间的最短距离为 _____ pm(用含 ρ 和 N_A 的代数式表示)。

②我国科学家研究的无金属钙钛矿在柔性设备、软机器人、生物医学设备和其他应用中具有广泛的应用潜力。MDABCO 是 N-甲基-N'-二氮杂双环[2.2.2]辛胺,可形成一种无金属钙钛矿晶体 MDABCO- NH_4I_3 ,其晶胞结构与钙钛矿相同。若在 MDABCO- NH_4I_3 的一种晶胞中 MDABCO 的原子分数坐标为 (0,0,0), I 的一种原子分数坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$, 则 NH_4^+ 的原子分数坐标为 _____, 与 MDABCO 距离最近的 I 有 _____ 个。

36. 【化学——选修5:有机化学基础】(15分)

碘海醇具有耐受性好、毒性低等优点,是临床中应用广泛一种造影剂,化合物 H 是合成碘海醇的关键中间体,其合成路线如下:

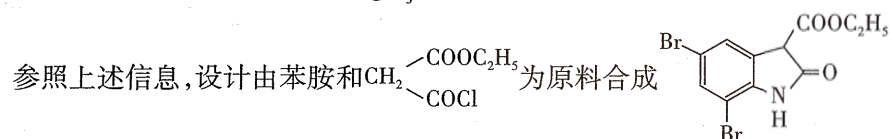
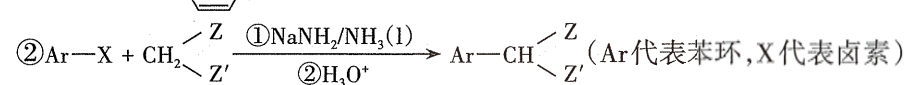


已知:① $\text{RCOOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{SOCl}_2} \text{RCOCl} \xrightarrow{\text{R}'\text{NH}_2} \text{RC}(\text{O})\text{NHR}'$

② $\text{RCOCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{RCOOH}$

回答下列问题:

- (1) A 的名称为 _____ (用系统命名法), D 中含氧官能团的名称为 _____。
- (2) 由 B 反应生成 C 的化学方程式为 _____。
- (3) 由 D 反应生成 E 的反应类型为 _____, 已知 G 的结构简式为 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{NH}_2$, 则 H 的结构简式为 _____。
- (4) B 有多种同分异构体,能同时满足以下条件的芳香化合物共有 _____ 种。
 - ①能发生银镜反应,且能使 FeCl_3 溶液显色
 - ②能与饱和 NaHCO_3 溶液反应放出气体
- (5) 已知:① Br_2 和苯胺 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) 的反应与 Br_2 与苯酚的反应类似

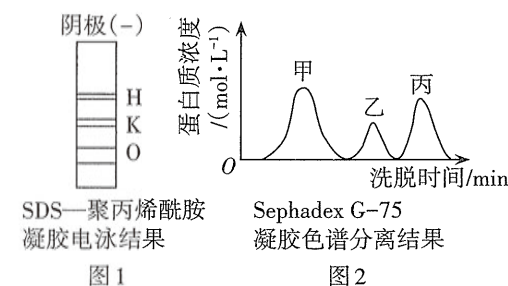


的路线: _____ (其他无机试剂任选)。

37. 【生物——选修1:生物技术实践】(15分)

肠出血性大肠杆菌是大肠杆菌的一个亚型,可引起感染性腹泻,因能引起人类的出血性肠炎而得名。它有三种抗原结构,即菌体抗原(又叫 O 抗原)、包膜抗原(又叫 K 抗原)和鞭毛抗原(又叫 H 抗原)。肠出血性大肠杆菌感染是一种人畜共患病,患病或带菌动物往往是动物来源食品污染的根源。检测人员对被污染的食物进行了肠出血性大肠杆菌的分离、计数(提示:该大肠杆菌在添加血液的血平板上生长时会破坏菌落周围的红细胞,使其褪色形成透明圈)。请回答:

- (1) 培养大肠杆菌的肉汤培养基可为微生物提供的主要营养成分有 _____。
按照培养基的功能分,血平板属于 _____ 培养基。
- (2) 检测人员称取一定量的被污染食品,在血平板上进行菌体分离、计数,使用的接种方法是 _____,该方法能够计数样品中活菌数的原因是 _____。
- (3) 科研人员利用 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳和凝胶色谱法分离三种抗原(若都只含一条肽链),凝胶色谱法分离蛋白质的原理是 _____。
分离得到的结果如图所示,则在图 2 中与图 1 中蛋白质 O 对应的是 _____。
判断的依据是: _____。



38. 【生物——选修3:现代生物科技专题】(15分)

新冠病毒为 RNA 病毒,该病毒表面的 S 蛋白为主要抗原。我国研究的新冠疫苗主要有两种。一是我国合作研究的重组蛋白疫苗,通过将病毒的 S 蛋白基因整合到酵母菌、大肠杆菌等微生物里面,然后在体外大量培养,表达出病毒的 S 蛋白进行收获,再提纯 S 蛋白做成疫苗。二是我国合作研发的腺病毒载体疫苗(DNA 疫苗),将基因嵌入到腺病毒里面,通过将腺病毒注射到人体内使其携带的病毒 S 蛋白基因在体内合成 S 蛋白,进而在体内发挥免疫功能。请回答:

- (1) 由该 RNA 病毒获得可以整合的 S 基因过程中发生的碱基互补配对为 _____。获得 S 基因后,可以利用 _____ 技术进行扩增,该技术要用到一种特殊的 _____ 酶。
- (2) 制备 S 蛋白过程的核心是构建 S 基因表达载体,启动子和终止子也需要重新构建,以能被受体细胞的 _____ 所识别,便于其催化转录过程。
- (3) 将提取的 S 蛋白重复注射到小鼠皮下细胞,目的是获得更多的 _____,从而使获得 _____ 细胞的几率大大增加,再通过扩大培养提取单克隆抗体。
- (4) 对健康人进行该传染病免疫预防时,可选用提取的 _____ 来制备疫苗。对该传染病疑似患者确诊时,可以用 _____ 与分离出的病毒蛋白进行特异性检测。
- (5) 在研发方法上,与重组蛋白疫苗相比,腺病毒载体疫苗的优势有 _____ (写出两点)。