

## 2020 年普通高等学校招生统一模拟考试

## 理科综合

(本试卷考试时间 150 分钟,满分 300 分)

## ★祝考试顺利★

## 注意事项:

1. 答题前,考生务必将自己的学校、姓名、班级、准考证号填写在答题卡上相应的位置。
2. 全部答案在答题卡上完成,答在本试题上无效。
3. 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,将答案用 0.5 毫米及以上黑色笔迹签字笔写在答题卡上。
4. 考试结束后,将本试题和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量: N 14 O 16 S 32 Cl 35.5 Co 59 Ni 59 Cu 64 Ag 108 Ba 137

一、选择题:本题共 13 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。

1. 细胞分化是多细胞生物体的一种正常生命现象。下列能说明细胞已发生分化的依据是 ( )
  - A. 细胞中存在肌动蛋白基因
  - B. 细胞中合成了胰岛素
  - C. 细胞内多种酶的活性降低
  - D. 细胞进行无氧呼吸合成 ATP
2. 蓝藻在光合作用中以  $H_2O$  作为供氢体,而光合细菌则以  $H_2S$  作为供氢体进行光合作用。下列叙述错误的是 ( )
  - A. 二者的光合色素均分布在类囊体的薄膜上
  - B. 二者的拟核中均含有一个环状的 DNA 分子
  - C. 二者均在核糖体上合成光合作用所需的酶
  - D. 蓝藻进行光合作用产生  $O_2$ ,但光合细菌不产生  $O_2$
3. 生物学概念和原理的探究需要在科学实验下进行,下列关于各个实验的叙述,错误的是 ( )
  - A. “绿叶中色素的提取和分离”的实验中未加碳酸钙,层析后的滤纸条上黄绿色和蓝绿色的色素带会受到影响
  - B. “噬菌体侵染细菌”的实验中,先用噬菌体侵染被  $^{32}P$  或  $^{35}S$  标记的大肠杆菌,之后再去侵染未被标记的大肠杆菌
  - C. “性状分离比的模拟”实验中,两个小桶模拟雌雄生殖器官,两个小桶内小球的总数可以不相同,但每个小桶内的两种小球数量必须相同
  - D. “探究温度对唾液淀粉酶活性影响”的实验中,可以用碘液或者斐林试剂作为检测试剂
4. 大豆种子萌发时,下胚轴顶端形成弯钩(顶勾)是由于一侧的生长素浓度过高,抑制该侧生长而出现的,如图 1。分别测定三种不同大豆种子萌发时顶勾处的弯曲度,结果如图 2。下列分析错误的是 ( )

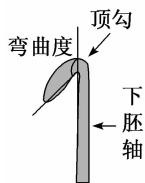


图 1

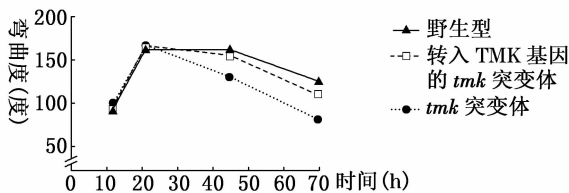


图 2


- A. 顶勾在幼苗出土时起到保护子叶与顶端分生组织的作用  
 B. 顶端分生组织产生的生长素以极性运输方式到达下胚轴  
 C. 顶勾外侧的生长素浓度过高,抑制外侧细胞生长而出现弯钩  
 D. 据图 2 推测,与 *tmk* 突变体相比, *TMK* 基因的表达会引起顶勾内侧细胞的生长素含量增加

5. 下列有关种群和群落的叙述,正确的是 ( )

- A. 通过调整种群的年龄结构可以提高种群的环境容纳量  
 B. 利用信息素诱杀雄性害虫提高了害虫种群的死亡率,从而使其种群密度明显降低  
 C. 群落中不同种群呈“S”型增长使群落的丰富度逐渐变大  
 D. 群落中两个物种之间可能存在一种以上的种间关系
6. 农谚“禾怕寒露风”是指水稻不耐冷。现存的江西东乡野生稻具有耐冷基因,用它对普通栽培稻进行改良,可以选育出耐冷的栽培稻。下列叙述正确的是 ( )
- A. 东乡野生稻的耐冷基因是某基因定向突变产生的等位基因  
 B. 利用东乡野生稻育种体现了生物多样性的间接价值  
 C. 在自然选择作用下,东乡野生稻只朝着适应环境的方向进化  
 D. 保护现存的东乡野生稻的最有效措施是在多地建立植物园加以保护

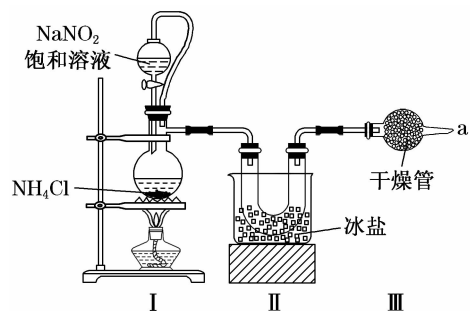
7. 化学与生产、生活、社会息息相关,下列说法错误的是 ( )

- A. 血液透析是胶体的化学性质,“人工肾”利用血液透析原理救治危重新冠肺炎患者  
 B. 漂白粉是一种常用杀菌消毒剂,其主要成分是氯化钙和次氯酸钙  
 C. “用浓酒和糟入甑(蒸锅),蒸气令上……”,其中涉及的操作是蒸馏  
 D. 医用口罩无纺布的原材料成分之一是聚丙烯,其结构简式为  $[-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-]_n$

8. 某化合物的结构简式为 , 下列说法正确的是 ( )

- A. 分子中所有原子可能共平面  
 B. 该化合物的一氯取代物有 4 种  
 C. 易溶于水和四氯化碳  
 D. 只能发生加成和取代反应,不能发生氧化反应
9. 某实验小组拟利用如图装置制取干燥的氮气。下列说法错误的是 ( )

- A. 装置 I 中发生的反应为  $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
 B. 加热片刻后需要将酒精灯移开,说明该反应是放热反应  
 C. 装置 II 的作用是冷凝水蒸气  
 D. 在装置 III 末端收集纯净干燥的  $\text{N}_2$  只能用向下排空气法



10. 环戊烯是生产精细化工产品的重要中间体,其工业制备原理如

图 1。以  $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$  为催化剂,在相同反应时间内,测得不同温度下(其他条件相同)环戊二烯转化率与环戊烯产率的变化曲线如图 2。下列说法正确的是 ( )

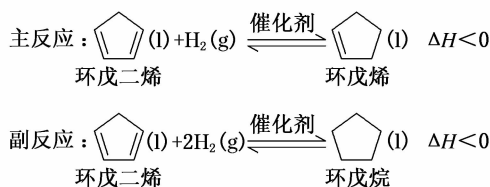


图 1

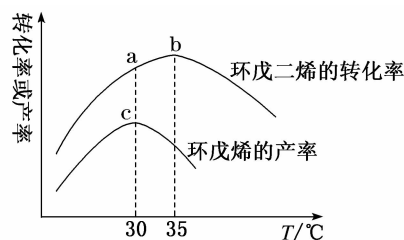
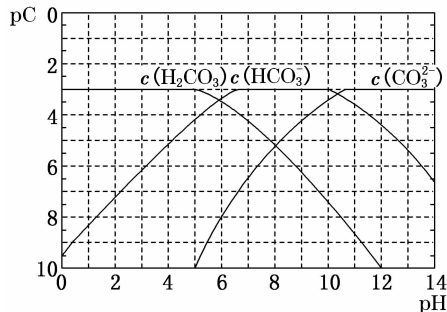


图 2

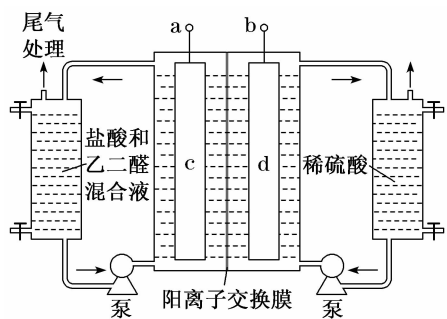
- A. 环戊二烯的转化率越大,越有利于环戊烯的生成  
 B. a 点是主反应的平衡转化率,b 点是副反应的平衡转化率  
 C. 30~35 °C 之间环戊烯产率变化趋势与环戊二烯转化率不一致,原因是主反应被抑制,使环戊烯产率降低  
 D. 30 °C 时催化剂的选择性最好,有利于提高生成环戊烯的平衡转化率

11. pC 类似于 pH,是指极稀溶液中溶质浓度的负对数。常温下向  $\text{H}_2\text{CO}_3$  溶液中逐滴滴加  $\text{NaOH}$  溶液,测得溶液的 pC 与 pH 关系如图所示。下列说法错误的是 ( )



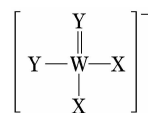
- A. 在同一溶液中,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  不能大量共存  
 B.  $\text{H}_2\text{CO}_3$  二级电离平衡常数  $K_{a2}$  的数量级等于  $10^{-11}$   
 C. 当  $\text{pH}=7$  时,溶液中  $\frac{c(\text{Na}^+)}{c(\text{CO}_3^{2-})} > 3$   
 D. 向  $\text{H}_2\text{CO}_3$  溶液滴加  $\text{NaOH}$  溶液至溶液呈中性的过程中,  
 $\frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{H}^+)}$  逐渐变小

12. 乙二醛( $\text{OHC}-\text{CHO}$ )是重要的精细化工产品。工业上电解乙二醛和盐酸的混合液制备乙醛酸( $\text{OHC}-\text{COOH}$ )的装置如图所示,通电后,阳极产物将乙二醛氧化为乙醛酸。下列说法错误的是 ( )



- A. a 为电源的正极,c 电极反应式为  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$   
 B. 当 1 mol 乙二醛氧化成 1 mol 乙醛酸时,阴极生成 22.4 L(标准状况)气体  
 C. 电解过程中稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  电解液的浓度保持不变  
 D. 阳极液中盐酸的作用有生成氧化剂、增强溶液导电性、提供离子平衡阴极区电荷

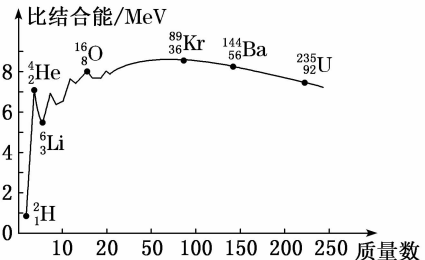
13. X、Y、Z、W 为原子序数依次增大的短周期主族元素,它们形成的某种化合物阴离子结构如图。其中 X、Z 为同主族元素,Y 最外层电子数是内层的 3 倍,W 最外层电子数为核外电子总数的  $\frac{1}{3}$ ,下列说法正确的是 ( )



- A. 简单氢化物稳定性:  $\text{W} > \text{Y}$   
 B.  $\text{ZX}$  与  $\text{X}_2\text{Y}$  反应, $\text{ZX}$  做还原剂,1 mol  $\text{ZX}$  转移电子数为  $2N_A$   
 C.  $\text{X}_2\text{WY}_2^-$  具有还原性  
 D. X、Z 分别与 Y 形成的二元化合物中含有的化学键类型完全不同

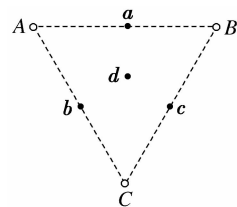
二、选择题:本题共 8 小题,每小题 6 分,共 48 分。在每小题给出的四个选项中,第 14~18 题只有一项符合题目要求,第 19~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

14. 2020 年 4 月 23 日是人民海军的 71 岁生日。近年来,我国海军航母事业高歌猛进,“辽宁号”与第一艘国产航母将首次构成双航母编队!我国的核动力航母也将在不久的将来实现装备,这也是我国海军航母的“终极”目标。原子核的比结合能随质量数的变化图象如图所示,根据该曲线对核能的认识正确的是 ( )

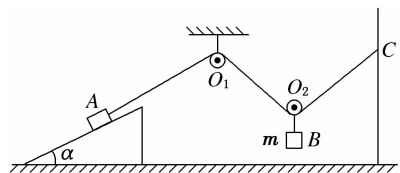


- A. 自由核子组成原子核时,其质量亏损所对应的能量不等于该原子核的结合能  
 B. 质量较小的轻核结合成质量较大的重核时要吸收能量;质量较大的重核分裂成质量较小的轻核时要放出能量  
 C. 质量较大的重核和质量较小的轻核平均结合能都较小,且轻核的平均结合能还有些起伏  
 D. 一重原子核衰变成  $\alpha$  粒子和另一原子核,衰变产物的质量之和一定大于原来重核的质量

15. 如图所示,真空中有一等边三角形  $ABC$ ,在三角形顶点  $A$ 、 $B$  点处各固定一正电荷,另一顶点  $C$  处固定一负电荷,且三个电荷所带的电荷量均相等,其中  $a$ 、 $b$ 、 $c$  为等边三角形三边的中点, $d$  为三角形的中心。则下列说法正确的是 ( )

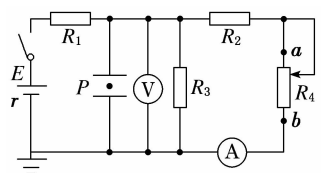


- A.  $b$ 、 $c$  两点电场强度相同  
 B. 中心  $d$  点处的电场强度为零  
 C. 将电子从  $b$  处移到  $c$  处电场力不做功  
 D. 将电子从  $b$  处移到  $a$  处电场力不做功
16. 如图所示,倾角为  $\alpha$  的粗糙斜劈放在粗糙水平面上,物体  $A$  放在斜面上,轻质细线一端固定在物体  $A$  上,另一端绕过滑轮  $O_1$ 、 $O_2$  固定在  $C$  点,轻质滑轮  $O_2$  下悬挂物体  $B$ ,定滑轮与物体  $A$  间的细线与斜面平行,系统处于静止状态。做以下调整后,系统仍处于静止状态,且调整过程中斜面与物体  $A$  位置不变,不计细线与滑轮间摩擦,下列说法正确的是 ( )



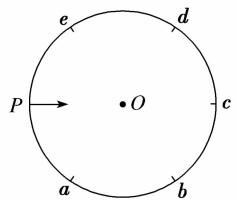
- A. 若物体  $B$  的质量  $m$  增大,斜劈对物体  $A$  的摩擦力一定减小  
 B. 若物体  $B$  的质量  $m$  增大,地面对斜劈的摩擦力不变  
 C. 若将悬点  $C$  上移,斜劈对物体  $A$  的摩擦力一定增大  
 D. 若将右边的固定杆向左平移一点,地面对斜劈的摩擦力减小

17. 如图所示,电路中  $E$ 、 $r$  为电源的电动势和内电阻, $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  为定值电阻,电压表和电流表均为理想电表。开关闭合时,平行金属板中带电小液滴  $P$  处于静止状态。选地面为零电势参考面,当滑动变阻器  $R_4$  的滑片向  $a$  端移动时,则 ( )



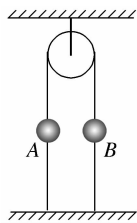
- A. 电阻  $R_1$  消耗的功率增大  
 B. 小液滴一定会运动且运动过程中电势能增加  
 C. 电源的效率减小  
 D. 若电流表、电压表的示数变化量分别为  $\Delta I$  和  $\Delta U$ ,则  $\left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| < R_1 + r$

18. 国际空间站上的阿尔法磁谱仪(AMS)是探究宇宙中的反物质和暗物质(即由反粒子构成的物质)的重要仪器,如氦核( ${}^3_2\text{He}$ )的反粒子(比如反氦核)为( $-\bar{{}^3_2\text{He}}$ )。该磁谱仪核心部分的截面区域是半径为  $R$  的圆形匀强磁场,该区域磁场方向垂直纸面向里,如图所示, $P$  为粒子入射窗口,各粒子从  $P$  射入速度相同,均沿直径方向, $P$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$  为圆周上等分点,若氦核粒子射入磁场区域后打在  $d$  点,则反质子( $-\bar{p}$ )射入后,则 ( )

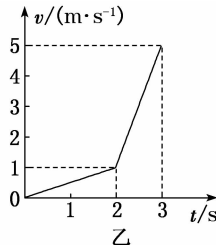
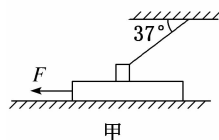


- A. 反质子将打在  $b$  点  
 B. 反质子射入磁场后运动轨迹的半径为氦核的 3 倍  
 C. 反质子在磁场中运动的时间为氦核的  $\frac{2}{3}$   
 D. 反质子在磁场中运动的轨迹弧长为氦核的  $\frac{3}{2}$
19. 据美国航空航天界权威杂志《空间与太空技术》周刊报道称,美国监视中国的侦察卫星“长曲棍球”II 在经过中国上海上空时,遭到中国反卫星武器“攻击”,失效长达 27 分钟,过后恢复照相侦察功能,其实是中国进行了“太空涂鸦”技术的反卫星测试。所谓“太空涂鸦”的技术就是使低轨运行的反侦察卫星通过变轨接近高轨侦察卫星(近似认为进入高轨道),准确计算轨道并向其发射“漆雾”弹,“漆雾”弹在临近侦察卫星时,压爆弹囊,让“漆雾”散开并喷向侦察卫星,喷散后强力吸附在侦察卫星的侦察镜头、太阳能板、电子侦察传感器等关键设备上,使之暂时失效。下列关于反侦察卫星的说法正确的是 ( )
- A. 反侦察卫星进攻前需要向后方喷气才能进入侦察卫星轨道  
 B. 反侦察卫星进攻前的向心加速度小于攻击时的向心加速度  
 C. 反侦察卫星进攻前的机械能小于攻击时的机械能  
 D. 反侦察卫星进攻时的线速度大于第一宇宙速度

20. 如图所示,一轻绳两端贯穿质量分别为  $m_A=2\text{ kg}$ 、 $m_B=4\text{ kg}$  的 A、B 两小球,并悬挂于定滑轮两侧且等高,距地面均为  $25\text{ m}$  处,两侧轻绳下端恰好触地。已知两小球与轻绳间的最大静摩擦力均等于其重力的  $0.5$  倍,且最大静摩擦力等于滑动摩擦力。两小球同时由静止开始向下释放, $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ,不计细绳与滑轮间的摩擦及空气阻力,则下列说法正确的是 ( )



- A. A 小球与细绳间相对静止, B 小球与细绳间相对滑动  
 B. A 小球比 B 小球先落地  
 C. A、B 两小球与轻绳摩擦力为零瞬间的动量之比为  $1:3$   
 D. 两小球损失的机械能总量为  $250\text{ J}$
21. 如图甲所示,可视为质点的质量  $m_1=1\text{ kg}$  的小物块放在质量  $m_2=2\text{ kg}$  的木板正中央位置,木板静止在水平地面上,连接物块的轻质细绳伸直且与水平方向的夹角为  $37^\circ$ 。现对木板施加水平向左的拉力  $F=18\text{ N}$ ,木板运动的  $v-t$  图象如图乙所示,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ , 则 ( )

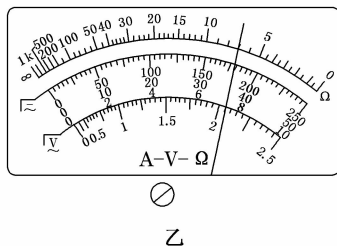
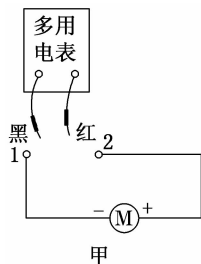


- A. 木板的长度为  $2\text{ m}$   
 B. 木板的长度为  $1\text{ m}$   
 C. 木板与地面间的动摩擦因数为  $0.5$   
 D. 物块与木板间的动摩擦因数为  $\frac{8}{19}$

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。

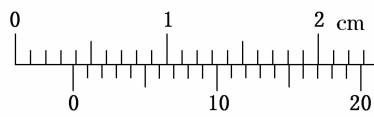
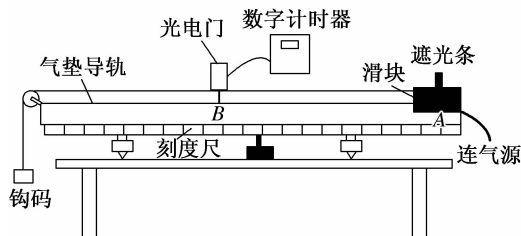
(一)必考题:共 129 分。

22. (5 分)某实验小组利用如图甲所示的电路,测量某一玩具电动机 M(有正负接线柱)的电阻,实验方案如下:



- (1)插上红、黑表笔,把多用电表的选择开关拨到欧姆挡的“ $\times 10$ ”位置,将红、黑表笔短接,调整“欧姆调零旋钮”,使指针指到欧姆表的  $0$  刻度处。  
 (2)考虑到电动机的两个接线柱标有正负,为了和电动机的标注一致,将图甲中多用电表的红表笔和 \_\_\_\_\_ (填“1”或“2”)端相连,黑表笔连接另一端,在电动机不转的情况下读数,结果发现多用电表指针偏转过大,因此需选择 \_\_\_\_\_ (填“ $\times 1$ ”或“ $\times 100$ ”)倍率的电阻挡,并进欧姆调零后进行测量,多用电表的示数如图乙所示,则测量结果为 \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。多用电表使用长久其电源电动势降低,仍能进行欧姆调零,则实际值 \_\_\_\_\_ (填“大于”“小于”或“等于”)测量结果。

23. (10 分)某实验小组要通过实验验证机械能守恒定律。实验装置如图甲所示,水平桌面上固定一气垫导轨,把气垫导轨调节水平,在导轨上 A 点处有一带长方形遮光条的滑块,其总质量为  $M$ ,左端用跨过轻质光滑定滑轮的细绳与一质量为  $m$  的钩码相连,遮光条两条长边与导轨垂直,导轨上 B 点有一光电门,可以测量遮光条经过光电门时的挡光时间  $t$ ,用  $d$  表示遮光条的宽度, $s$  表示 A、B 两点间的距离,将遮光条通过光电门的平均速度看作滑块通过 B 点时的瞬时速度。用  $g$  表示重力加速度。完成下列问题。



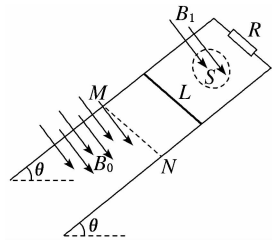
(1)如图乙所示,用游标卡尺测得遮光条的宽度  $d = \underline{\hspace{2cm}}$  mm。

(2)实验时将滑块从如图甲所示位置由静止释放,由数字计时器读出遮光条通过光电门的时间  $t = 1.2 \times 10^{-2}$  s,则滑块经过光电门的瞬时速度为  $\underline{\hspace{2cm}}$  m/s。(结果保留 2 位有效数字)

(3)若将滑块自 A 点由静止释放,考虑遮光条宽度的影响,则在滑块从 A 点运动至 B 点的过程中,滑块、遮光条与钩码组成的系统重力势能的减小量测量值  $\underline{\hspace{2cm}}$  (填“大于”“小于”或“等于”)动能的增加量测量值。

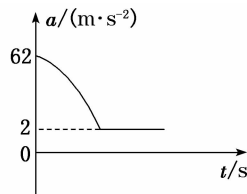
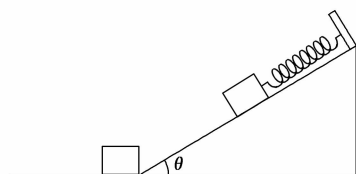
(4)该实验小组在研究中发现利用该装置可测带长方形遮光条的滑块的总质量  $M$ ,实验小组多次改变光电门的位置,且每次均令滑块自同一点(A 点)开始运动,测量相应的  $s$  与  $t$  值。某同学完成实验后,想利用测得的数据探究  $s$  与  $t$  的关系。根据测量的数据作出  $\frac{1}{t^2}$ - $s$  图象,测得直线的斜率为  $k$ ,已知钩码的质量为  $m$ ,则滑块的总质量  $M$  的表达式为  $\underline{\hspace{2cm}}$  (用题目给出的字母表示)。

24. (12 分)如图所示,两条相距  $L$  的光滑平行金属导轨倾斜放置,与水平面的夹角为  $\theta$ ,其上端接一阻值为  $R$  的电阻;一根与导轨垂直的金属棒置于两导轨上,金属棒的长度为  $L$ ;在电阻、导轨和金属棒中间有一面积为  $S$  的区域,区域中存在垂直于导轨平面向下的均匀磁场,磁感应强度大小  $B_1$  随时间  $t$  的变化关系为  $B_1 = kt$ ,式中  $k$  为常量;虚线  $MN$  左侧是一匀强磁场区域,区域上边界  $MN$ (虚线)与导轨垂直,磁场的磁感应强度大小为  $B_0$ ,方向也垂直于导轨平面向下。某时刻,金属棒从图示位置由静止释放,在  $t_0$  时刻恰好以速度  $v_0$  越过  $MN$ ,此后沿导轨向下做匀速运动。金属棒与导轨始终相互垂直并接触良好,它们的电阻均忽略不计。



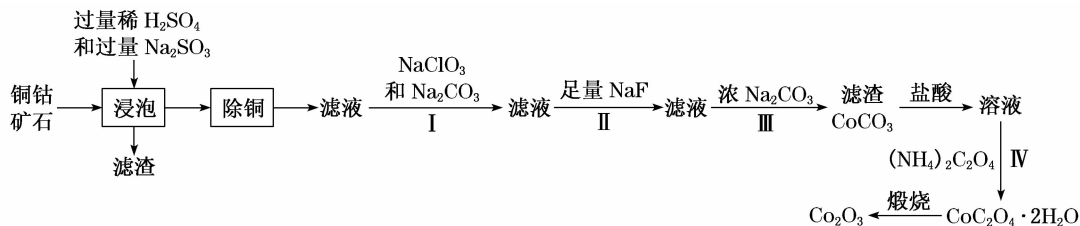
- (1)分别求出在时刻  $t_1$  ( $t_1 < t_0$ ) 和时刻  $t_2$  ( $t_2 > t_0$ ) 的感应电流的大小;  
 (2)求金属棒的质量及  $0 \sim t$  ( $t > t_0$ ) 时间内电阻  $R$  产生的热量。

25. (20 分)如图甲所示,倾角  $\theta = 37^\circ$  的粗糙斜面固定在水平面上,斜面上端固定一轻质弹簧,下端与一足够长的水平面平滑相连,水平面右端放置一个质量  $M = 7.0$  kg 的滑块,开始时弹簧被一质量  $m = 1.0$  kg 的小物块(可视为质点)压缩,小物块与弹簧只接触不相连,此时小物块距斜面底端的距离  $l = 4.0$  m。  $t = 0$  时释放小物块,图乙为小物块在斜面上运动的加速度  $a$  随时间  $t$  变化的部分图象,小物块到达水平面并与滑块发生弹性碰撞(碰撞时间极短)。已知弹簧的劲度系数  $k = 75$  N/m,弹性势能的表达式为  $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ ,  $x$  为弹簧形变量,所有接触面之间动摩擦因数均相同。  $g$  取  $10$  m/s<sup>2</sup>,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ 。最大静摩擦力等于滑动摩擦力。求:



- (1)斜面与小物块之间的动摩擦因数  $\mu$ ;  
 (2)小物块到达斜面底端时的速度大小;  
 (3)滑块运动的路程  $s$ 。

26. (14 分)某铜钴矿石主要含有  $\text{CoO}(\text{OH})$ 、 $\text{CoCO}_3$ 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  和  $\text{SiO}_2$ ,及一定量的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$  和  $\text{CaO}$  等。由该矿石制  $\text{Co}_2\text{O}_3$  的部分工艺流程如下:



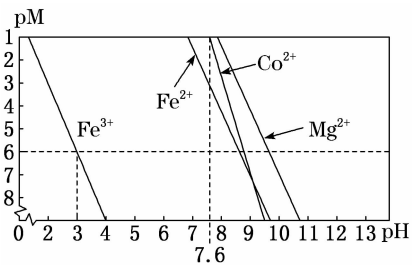
回答下列问题:

(1)“浸泡”过程中,钴(III)可转化为  $\text{CoSO}_4$ , 写出该转化的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(2)“除铜”若选用  $\text{MnS}$ , 计算常温下该“除铜”反应的平衡常数  $K =$  \_\_\_\_\_。 [保留 2 位有效数字; 已知常温下  $K_{\text{sp}}(\text{MnS}) = 2.5 \times 10^{-13}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 1.3 \times 10^{-36}$ ]

(3)①步骤 I 中加入  $\text{NaClO}_3$  反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

②常温下, 溶液中金属离子 ( $\text{M}^{n+}$ ) 的  $\text{pM}[\text{pM} = -\lg c(\text{M}^{n+})]$  随溶液 pH 变化关系如右图所示, 设加入  $\text{NaClO}_3$  后, 溶液中的  $c(\text{CO}_3^{2-})$  为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 依据右图分析, 步骤 I 中加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  调整溶液 pH 范围为 \_\_\_\_\_。 [当  $c(\text{M}^{n+}) \leq 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 即认为该金属离子沉淀完全]

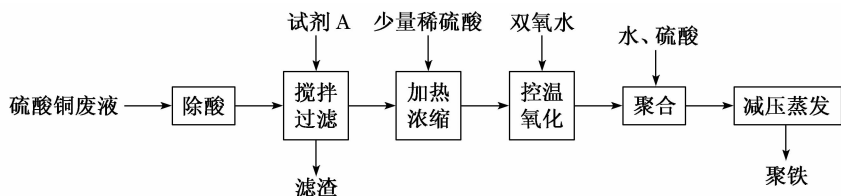


(4)步骤 II 中加入足量  $\text{NaF}$  的目的是 \_\_\_\_\_。

(5)过滤出的  $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  固体经洗涤后, 证明固体已洗净的操作作为 \_\_\_\_\_。

(6)若某工厂用  $m_1 \text{ kg}$  该铜钴矿石制备了  $m_2 \text{ kg}$   $\text{Co}_2\text{O}_3$ , 假设产率为  $a$ , 则该矿石中钴元素的百分含量为 \_\_\_\_\_。

27. (15 分) 聚合硫酸铁简称聚铁  $[\text{Fe}_2(\text{OH})_{6-2n}(\text{SO}_4)_n]_m$  广泛用于饮用水等的净化。某化工厂利用硫酸铜废液制备聚铁, 其流程如下:



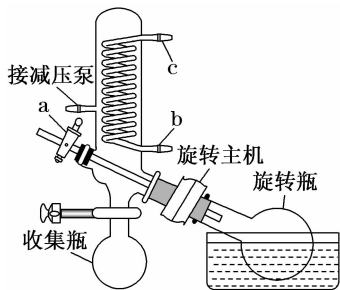
回答下列问题:

(1)试剂 A 为 \_\_\_\_\_。

(2)本实验中两次加入硫酸, 其中“加热浓缩”时加入稀硫酸, 除了抑制离子水解, 还为了 \_\_\_\_\_, “聚合”时加硫酸是为了控制溶液的 pH 在一定范围内, 若 pH 偏大, 则 \_\_\_\_\_。

(3)“控温氧化”时选用绿色氧化剂双氧水, 该过程需要控温的原因是 \_\_\_\_\_。

(4)减压蒸发装置如右图所示。实验开始时, 应先打开减压泵, 从 \_\_\_\_\_ (填字母) 口通入冷水, 再打开旋转主机; 实验结束时应先关闭旋转主机, 再 \_\_\_\_\_, 打开阀门 a 通大气后, 最后取下 \_\_\_\_\_ (填仪器名称), 从中获得聚铁。本实验采取减压蒸发的理由是 \_\_\_\_\_。



(5)测定聚合硫酸铁样品主要成分的化学式。

准确称取所得聚铁样品  $5.520 \text{ g}$ , 溶于适量稀盐酸中, 然后分成两份:

a. 一份加入过量的  $\text{BaCl}_2$  溶液, 然后过滤、洗涤、干燥, 称重, 得固体质量  $1.165 \text{ g}$ ;

b. 另一份置于  $250 \text{ mL}$  锥形瓶中, 加入过量  $\text{KI}$ , 充分反应后再用  $0.5000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液滴定至终点, 消耗标准溶液  $20.00 \text{ mL}$ 。

已知:  $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  (无色)

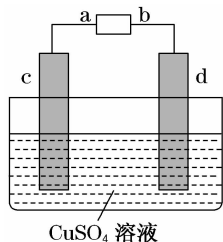
①计算所得产品化学式中  $n =$  \_\_\_\_\_。

②若  $m = 4$ , 写出“聚合”过程的化学方程式: \_\_\_\_\_。

28. (14 分)  $\text{CO}$  在工农业生产中有着重要的应用。

(1) $\text{CO}$  是制备很多有机物(如甲醇、乙醇、甲醚等)的原料, 现用  $\text{CO}$  与  $\text{H}_2$  合成甲醇, 反应如下:  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H = -99 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

①已知断裂  $1 \text{ mol}$   $\text{CO}(\text{g})$  中的化学键消耗的能量为  $1072 \text{ kJ}$ , 断裂  $1 \text{ mol}$   $\text{H}_2(\text{g})$  中的化学键消耗的能量为  $436 \text{ kJ}$ , 则形成  $1 \text{ mol}$   $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  中化学键释放的能量为 \_\_\_\_\_。



②用  $\text{CH}_3\text{OH}$  燃料电池电解精炼粗铜,装置如图所示。当消耗 1 mol 甲醇时,d 极质量增加了 160 g,则甲醇应加入\_\_\_\_\_ (填“a”或“b”)极,该电池的能量转化率为\_\_\_\_\_ (保留 3 位有效数字)。

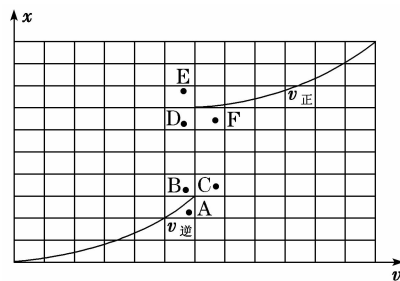
(2)CO 与 Ni 发生羰化反应形成的络合物可作为催化烯烃反应的催化剂。Ni 的羰化反应为  $\text{Ni}(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CO})_4(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ ,  $T_0$  温度下,将足量的 Ni 粉和 3.7 mol CO 加入到刚性密闭容器中,10 min 时反应达到平衡,测得体系的压强为原来的  $\frac{1}{3.7}$  倍。则:

①0~10 min 内平均反应速率  $v(\text{Ni}) =$  \_\_\_\_\_  $\text{g} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

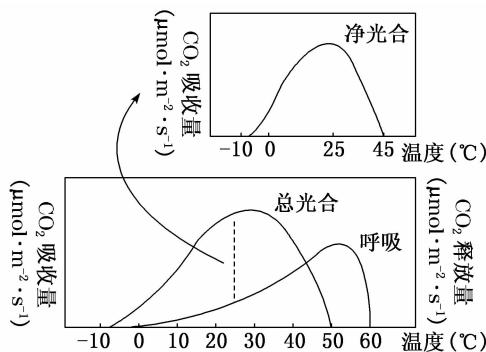
②研究表明正反应速率  $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot x^4(\text{CO})$ ,逆反应速率  $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot x[\text{Ni}(\text{CO})_4]$  ( $k_{\text{正}}$  和  $k_{\text{逆}}$  分别表示正反应和逆反应的速率常数, $x$  为物质的量分数),则  $T_0$  温度下,  $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} =$  \_\_\_\_\_。

③当温度升高时  $k_{\text{正}}$  \_\_\_\_\_  $k_{\text{逆}}$  (填“大于”“小于”或“等于”),此时 CO 的转化率 \_\_\_\_\_ (填“变大”“变小”或“不变”)。

④ $T_1$  温度下测得一定的实验数据,计算得到  $v_{\text{正}} \sim x(\text{CO})$  和  $v_{\text{逆}} \sim x[\text{Ni}(\text{CO})_4]$  的关系可用右图进行表示。当降低温度时,反应重新达到平衡,相应的点分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。



29. (12 分)生产实践中需注意控制环境温度,避免低温和高温对光合作用的不利影响,创造植物生长发育的最适温度环境,达到稳产高产。黄瓜植株光合作用、呼吸作用与温度的关系如图。回答下列问题。



(1)适合黄瓜植株生长的最适温度是\_\_\_\_\_。该温度 \_\_\_\_\_ (填“是”“不是”或“不一定是”)黄瓜植株光合作用的最适温度。

(2)(多选)在低于  $10\text{ }^\circ\text{C}$  条件下,黄瓜植株的光合速率明显下降,可能的原因是 \_\_\_\_\_ ( )

- A. 叶绿体中类囊体薄膜结构受损,  $\text{H}_2\text{O}$  的光解速率下降
- B. 暗反应所需酶的活性降低,  $\text{CO}_2$  的固定和  $\text{C}_3$  的还原受阻
- C. 低温抑制根毛细胞通过主动运输吸收水分,造成叶片水分亏缺和气孔关闭
- D. 光合产物运输速率降低,在叶绿体基质中积累会抑制暗反应
- E. 植物吸收更多光能以抵御寒冷,导致光反应可利用的光能减少

(3)通过“温度对光合作用和呼吸作用的影响曲线”分析,指导菜农在温室栽培中可以通过 \_\_\_\_\_ 的措施来使黄瓜达到增产的效果。

(4)科研工作者在指导菜农进行大棚种植时,给出上图对菜农进行科普讲座,在其他条件适宜情况下,请你帮助菜农设计实验验证适合黄瓜植株生长发育的最适温度,请简要写出实验思路和预期结果。

实验思路: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_。  
 预期结果: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_。



30. (8分)2020年初,新型冠状病毒(单链RNA病毒)肺炎疫情在全球范围内迅速蔓延,该病患者初始症状多为发热、乏力和干咳,并逐渐出现呼吸困难等严重表现。疫苗是彻底终结新型冠状病毒肺炎疫情的唯一武器。回答下列问题。

(1)人的体温调节中枢和呼吸中枢分别位于\_\_\_\_\_。

(2)新型冠状病毒寄生在宿主细胞中,这些宿主细胞能被\_\_\_\_\_识别,进而裂解死亡,释放出的新型冠状病毒被\_\_\_\_\_产生的抗体消灭。

(3)以腺病毒(双链DNA病毒)为载体研制重组新型冠状病毒疫苗的步骤是:先提取新型冠状病毒的S蛋白抗原基因经\_\_\_\_\_过程形成DNA,再连接到腺病毒的DNA上,从而构建出重组腺病毒作为疫苗。该疫苗在人体内需要经过\_\_\_\_\_ (填两个生理过程),表达出我们看到的新型冠状病毒表面毒刺的那一段(即S蛋白抗原),才会引起免疫反应。人体内的\_\_\_\_\_细胞会对这种毒刺产生免疫记忆,一旦有真正的病毒侵入人体,该细胞会迅速\_\_\_\_\_,从而快速产生大量的抗体消灭病毒。

31. (8分)某水库由于过度捕捞导致黑鱼(主要捕食鱼类)濒临灭绝,水中主要有浮游藻类、沉水植物、螺类(捕食藻类)和鲤鱼(主食螺类,兼食少量藻类)等生物。浮游藻类和沉水植物分别生长在水体表层和底层,藻类大量繁殖会降低水体下层光照强度。回答下列问题。

(1)水体的不同深度分布着不同种类的植物,体现了群落中植物的垂直结构具有\_\_\_\_\_现象,植物的垂直结构又为动物创造了多种多样的\_\_\_\_\_,因此动物也有类似的这种现象。

(2)研究流经螺类的能量变化,获得相关数值[单位是 $J/(cm^2 \cdot a)$ ]:摄入量=105,同化量=75,呼吸消耗量=71.5。据此分析,螺类的同化量小于摄入量的原因是\_\_\_\_\_,螺类的呼吸消耗量与同化量相比,说明螺类的同化量中只有少部分用于\_\_\_\_\_。

(3)若大量捕捞鲤鱼,沉水植物的生物量(干重)会显著\_\_\_\_\_ (填“升高”或“降低”),其原因是\_\_\_\_\_。

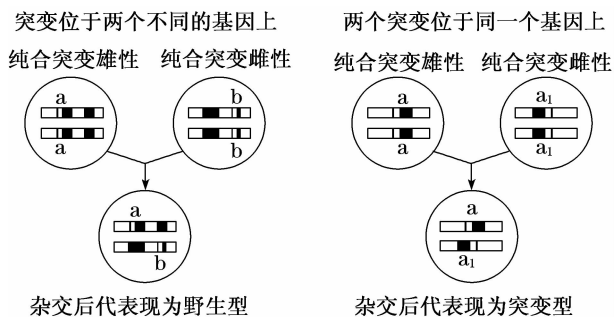
(4)沉水植物对净化水体起重要作用,从提高生态系统稳定性的角度考虑,可采取\_\_\_\_\_的措施来增加沉水植物的种群密度。

32. (11分)野生型果蝇都是正常翅灰体长硬毛,自然繁殖过程中在翅膀形状、身体颜色、硬毛长度等性状方面出现了一些突变体。回答下列问题。

(1)黑体长硬毛雌果蝇与灰体长硬毛雄果蝇杂交, $F_1$ 表现型及比例为灰体长硬毛♀:灰体长硬毛♂:灰体短硬毛♂=2:1:1,则控制长硬毛和短硬毛的基因位于\_\_\_\_\_ (填“常”“X”或“Y”)染色体上。

(2)果蝇的缺刻翅是由染色体上某个基因缺失引起的,并且有纯合致死效应,导致雄性中不存在缺刻翅个体。推测缺刻翅的变异类型属于\_\_\_\_\_。缺刻翅果蝇与正常翅果蝇杂交, $F_1$ 中雌、雄果蝇自由交配得 $F_2$ ,请预测 $F_2$ 的表现型及比例:\_\_\_\_\_。

(3)遗传学中,可以用“遗传互补实验”来确定两个隐性突变是否发生在同一个基因上,具体过程为:一个基因突变的纯合子与另外一个基因突变的纯合子交配,通过子代的表现型就可以说明二者是不是在同一个基因上。具体过程可以用下图来描述:



现在果蝇群体中发现一个纯合黄体果蝇品系,已知该品系的出现是由常染色体上某一基因发生隐性突变造成的。某同学设计实验探究果蝇的黄色和黑体是否为同一基因突变的结果。

实验思路:将黄体果蝇与\_\_\_\_\_果蝇杂交,分析子代的表现型。

结果预测:①若\_\_\_\_\_,则果蝇的黄色和黑体是同一基因突变的结果;

②若\_\_\_\_\_,则果蝇的黄色和黑体不是同一基因突变的结果。

(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\_\_\_\_\_。(填正确答案前的字母。选对 1 个得 2 分,选对 2 个得 4 分,选对 3 个得 5 分。选错 1 个扣 3 分,最低得分为 0 分)

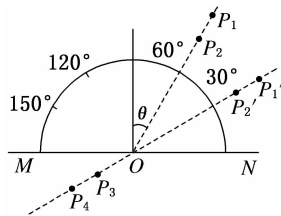
- A. 分子间距离减小时,分子势能一定增大
- B. 内能不同的物体,它们分子热运动的平均动能可能相同
- C. 在绝热压缩和等温压缩过程中,气体内能均不变
- D. 知道某物质的摩尔质量和阿伏加德罗常数,一定可求其分子的质量
- E. 悬浮在空气中含有新冠病毒的气溶胶做布朗运动,气温越高,运动越剧烈

(2)(10 分)在全国千万“云监工”的注视下,2 月 2 日,武汉火神山医院交付使用,建设工期仅为十天十夜。在“云监工”视线之外,先进的设计理念和科技元素充当着“幕后英雄”,火神山医院病房全部为负压病房,所谓负压病房是通过特殊的通风抽气设备,使病房内的气压低于病房外的气压,保证污染空气不向外扩散。若已知某间负压隔离病房的空间体积  $V=60 \text{ m}^3$ ,启用前环境温度  $t_1=-3 \text{ }^\circ\text{C}$ ,外界大气压强为  $p_0=1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,启用后,某时刻监测到负压病房的温度  $t_2=27 \text{ }^\circ\text{C}$ 、负压为  $-15 \text{ Pa}$ (指与外界大气压  $p_0$  的差值)。

- ①试估算启用后负压隔离病房内减少的气体质量与启用前房间内气体总质量的比值;
- ②判断在负压隔离病房启用过程中剩余气体是吸热还是放热,并简述原因。

34. [物理——选修 3-4](15 分)

(1)(5 分)如图所示,某实验小组利用插针法测定半圆柱体玻璃砖的折射率。在半圆柱体玻璃砖外面插上  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$  四枚大头针时, $P_3$ 、 $P_4$  恰可挡住  $P_1$ 、 $P_2$  所成的像。

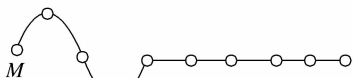


①关于该实验下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填字母)。

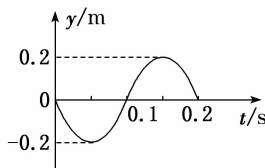
- A.  $P_1$ 、 $P_2$  及  $P_3$ 、 $P_4$  之间的距离适当大些,可以提高精确度
- B.  $P_1$ 、 $P_2$  及  $P_3$ 、 $P_4$  之间的距离取得小些,可以提高精确度
- C. 入射角  $\theta$  适当大些,可以提高精确度
- D.  $P_1$ 、 $P_2$  的间距及入射角的大小均与实验的精确度无关

②该玻璃砖的折射率  $n=_____$ ;另一同学将大头针插在  $P_1'$  和  $P_2'$  位置时,在玻璃砖另一侧看不到大头针的像,其原因可能是\_\_\_\_\_。

(2)(10 分)水平地面上有一根均匀软绳,使  $M$  端在垂直于软绳的方向上做简谐运动,软绳上会形成一列横波,如图甲所示。已知软绳  $M$  端的振动图象如图乙所示,从  $M$  点起振开始计时。当  $t=1 \text{ s}$  时,软绳上各点都已经开始振动。在  $t=1.1 \text{ s}$  时刻, $M$ 、 $N$  平衡位置之间只有一个波谷,且  $N$  点处在平衡位置, $M$ 、 $N$  两点平衡位置之间距离  $d=0.6 \text{ m}$ 。求:



甲



乙

- ①波长和传播速度;
- ②从  $M$  端起振开始计时,绳上  $N$  点第五次运动到波峰位置的时间。

35. [化学——选修3:物质结构与性质](15分)

铬的化合物在医药、材料领域有重要作用,认识铬及其化合物有重要意义。

(1)基态铬原子中,电子占据的最高能级符号为\_\_\_\_\_。

(2)研究表明,当化合物的阳离子有未成对电子时,该化合物具有磁性。下列物质可用作录音带磁粉的是\_\_\_\_\_。

- A.  $V_2O_5$                       B.  $Fe_2O_3$                       C.  $ZnO$                       D.  $CrO_2$

(3)已知  $Cr^{3+}$  在水溶液中的存在形式为  $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ 。在不同条件下,可从  $CrCl_3$  水溶液中获得紫色、蓝绿色或绿色等不同颜色的配合物,其实验式均为  $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ 。现取蓝绿色配合物 0.1 mol,加入足量  $AgNO_3$  溶液,经过滤、洗涤、干燥得 28.7 g 沉淀,则该化合物中的化学键类型有\_\_\_\_\_,写出该蓝绿色配合物的电离方程式:\_\_\_\_\_。

(4)常温下,氯化酰铬( $CrO_2Cl_2$ )是暗红色液体,能与  $CCl_4$ 、 $CS_2$  等有机溶剂互溶。

①固体氯化酰铬属于\_\_\_\_\_ (填“极性”或“非极性”)分子,判断依据是\_\_\_\_\_。

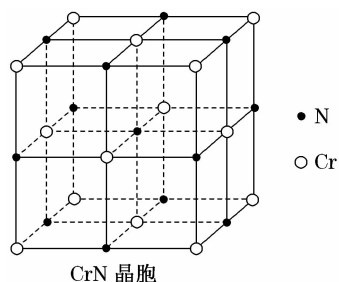
②等电子体是具有相同的价电子数和原子数的分子或离子。写出一种与  $CCl_4$  分子互为等电子体的阴离子:\_\_\_\_\_ (填化学式);写出  $CS_2$  分子的电子式:\_\_\_\_\_。

(5)氮化铬( $CrN$ )在超级电容器领域有良好应用前景,其晶体结构类型与氯化钠相同。

①氮化铬的熔点比氯化钠高的主要原因是\_\_\_\_\_。

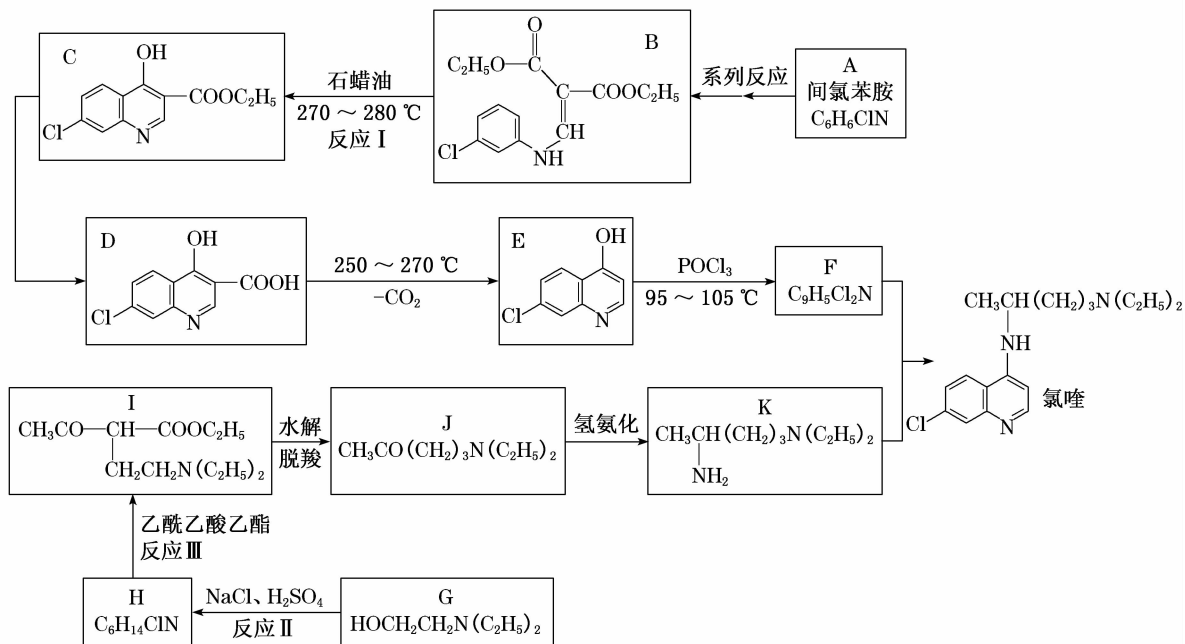
②与  $Cr^{3+}$  次邻近的  $N^{3-}$  有\_\_\_\_\_ 个。

③已知  $Cr^{3+}$  和  $N^{3-}$  半径分别为  $a$  pm、 $b$  pm,设  $Cr^{3+}$  和  $N^{3-}$  都是紧密接触的刚性小球,  $N_A$  代表阿伏加德罗常数的值,晶体的密度为  $\rho$   $g \cdot cm^{-3}$ ,则  $CrN$  的摩尔质量为\_\_\_\_\_。(用含  $a$ 、 $b$ 、 $N_A$ 、 $\rho$  的算式表示)



36. [化学——选修5:有机化学基础](15分)

磷酸氯喹治疗新冠肺炎具有一定疗效。磷酸氯喹由氯喹与磷酸制备,下面是由间氯苯胺合成氯喹的一种合成路线:



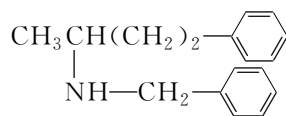
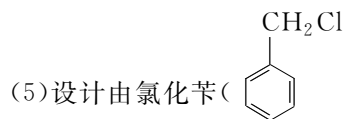
回答下列问题:

(1)已知反应 I 是  $B \rightarrow C + X$ ,推测 X 的名称是\_\_\_\_\_,D 中含氧官能团的名称是\_\_\_\_\_。

(2)F 的结构简式为\_\_\_\_\_,反应 II 的反应类型是\_\_\_\_\_。

(3)反应 III 的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(4) 化合物 M(C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>ClN) 是 A 的同系物, 其某些同分异构体的核磁共振氢谱有 4 组峰, 峰面积比为 1 : 1 : 1 : 1, 符合该要求的同分异构体有 \_\_\_\_\_ 种。



的合成路线(无机试剂任选)。

剂任选)。

37. [生物——选修 1: 生物技术实践](15 分)

完全生物降解塑料(BDP)是淀粉与可降解聚酯的共混物, 废弃物适合堆肥或填埋等处理方式, 能被微生物完全分解, 可持续替代以石油为原料的传统塑料, 从而避免“白色污染”。回答下列问题。

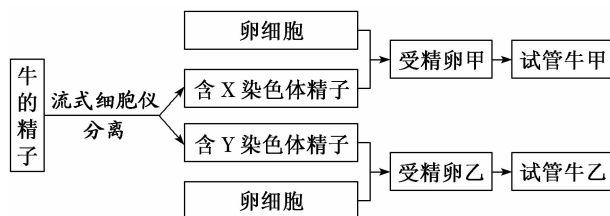
(1) 从填埋 BDP 的土壤中分离 BDP 分解菌的步骤是先从土壤取样并接种在液体培养基上, 进行为期 5 天的 \_\_\_\_\_ 培养, 以增加该菌的浓度; 再将样品进行 \_\_\_\_\_ 后, 涂布接种到固体培养基上, 以进一步分离纯化该菌。

(2) 当淀粉被淀粉酶分解后, 经稀碘液处理, 培养平板上会出现以 BDP 分解菌为中心的 \_\_\_\_\_。提纯淀粉酶可以采用凝胶色谱法, 该方法是根据 \_\_\_\_\_ 分离蛋白质, 所用凝胶的化学本质大多为 \_\_\_\_\_。

(3) 淀粉酶适宜采用 \_\_\_\_\_ 法固定化。某同学选用海藻酸钠作载体制备固定化 BDP 分解菌, 制得的凝胶珠不是圆形或椭圆形, 其主要原因是 \_\_\_\_\_。

38. [生物——选修 3: 现代生物科技专题](15 分)

性别控制技术在畜牧生产中的应用, 充分发挥了受性别限制的生产性状(如泌乳、生长速度、肉质等)的最大经济效益。如图所示, 依据 X 染色体的 DNA 含量比 Y 染色体多, 用流式细胞仪将牛的两种精子分离开来, 再通过试管动物技术获得所需性别的试管牛。回答下列问题。



(1) 将分离出的精子用钙离子载体 A23187 溶液进行 \_\_\_\_\_ 处理后, 才能与培养成熟的卵细胞融合形成受精卵。受精过程中防止多精入卵的生理反应有 \_\_\_\_\_。

(2) 若培育生产血清白蛋白的乳腺生物反应器, 需将血清白蛋白基因与 \_\_\_\_\_ 的启动子等调控组件重组在一起, 通过显微注射等方法导入受精卵 \_\_\_\_\_ (填“甲”或“乙”)中, 然后将该受精卵继续培养到 \_\_\_\_\_ 阶段移入受体, 使其生长发育成转基因试管牛。

(3) 在胚胎移植前, 需要用激素对“代孕母体”作 \_\_\_\_\_ 处理。由于受体对移入子宫的外来胚胎基本上不发生 \_\_\_\_\_, 从而保证胚胎能在受体内存活。

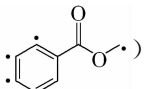
(4) 用 Y 染色体上决定性别的 SRY 基因探针针对滋养层细胞的 DNA 进行检测, 可达到鉴定胚胎性别的目的, 这种检测方法采用的是 \_\_\_\_\_ 技术。

2020 年普通高等学校招生统一模拟考试  
化学答案

题号	7	8	9	10	11	12	13
答案	A	B	D	C	D	B	C

7. 解析：“人工肾”是血液透析的俗称。血液是胶体，不能通过半透膜，血液中的杂质能透过半透膜，通过体外循环将杂质除去。血液透析利用胶体粒子与半透膜直径的大小特点净化血液，不属于胶体的化学性质，A 项错误。

答案：A

8. 解析：化合物中含甲基，所有原子不可能共平面，A 项错误；含有 4 种不同类型的氢原子（），一

氯代物有 4 种，B 项正确；酯类物质和含苯环的物质水溶性差，C 项错误；烃的含氧衍生物可以燃烧，故能发生氧化反应，D 项错误。

答案：B

9. 解析：实验目的是制备氮气，根据氧化还原反应原理配平化学方程式： $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，A 项正确；因移开酒精灯后反应仍能进行，说明该反应自身放热，B 项正确；据化学方程式可知产物有水蒸气，且反应物为溶液状态，可知反应在产生  $\text{N}_2$  的同时产生大量水蒸气，为便于干燥，先用装置 II 将绝大多数水蒸气冷凝后再用装置 III 进行干燥，C 项正确；实验要制取干燥的氮气，故不能用排水法收集，但氮气的密度与空气接近，所以也不能用排空气法，D 项错误。

答案：D

10. 解析：由题图知相同反应时间内， $30 \sim 35^\circ\text{C}$  之间环戊二烯的转化率增大，但环戊烯的产率降低，说明副反应进行程度增大，不利于环戊烯的生成，A 项错误；每个温度下，环戊二烯的转化率  $= \frac{n(\text{反应的环戊二烯})}{n(\text{总的环戊二烯})}$ ，反应的环戊二烯是主副反应共同消耗的和，因此曲线上每个温度对应的转化率是主副反应共同消耗的结果，B 项错误； $30 \sim 35^\circ\text{C}$  之间，主反应被抑制，副反应进行程度增大，导致环戊烯产率降低，C 项正确； $30^\circ\text{C}$  时催化剂的选择性最好，有利于生成环戊烯，催化剂能加快单位时间内的转化率，但是催化剂不能使平衡移动，故对平衡转化率无影响，D 项错误。

答案：C

11. 解析：观察图像可知，在同一溶液中， $\text{H}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  不能大量共存，例如  $\text{pH} = 2$  时，只有  $\text{H}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{HCO}_3^-$  能大量共存， $\text{pH} = 13$  时，只有  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  能大量共存，因此 A 项正确； $\text{H}_2\text{CO}_3$  二级

电离平衡常数表达式  $K_{a2} = \frac{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)}$ ，当  $c(\text{CO}_3^{2-})$  与  $c(\text{HCO}_3^-)$  相等时， $K_{a2}$  等于此时溶液中的

$c(\text{H}^+)$ ，由图像知  $\text{pH}$  在  $10 \sim 11$  之间，因此  $\text{H}_2\text{CO}_3$  二级电离平衡常数  $K_{a2}$  的数量级等于  $10^{-11}$ ，因此 B 项正确；常温下当  $\text{pH} = 7$  时，溶液中存在的电荷守恒： $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$ ，由于  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ ，所以  $c(\text{Na}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$ ，由图像知  $\text{pH} = 7$  时，

$c(\text{CO}_3^{2-}) < c(\text{HCO}_3^-)$ ，所以  $c(\text{Na}^+) > 3c(\text{CO}_3^{2-})$ ，即  $\frac{c(\text{Na}^+)}{c(\text{CO}_3^{2-})} > 3$ ，因此 C 项正确； $\text{H}_2\text{CO}_3$  一级电离平

衡常数表达式  $K_{a1} = \frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}$ ，向  $\text{H}_2\text{CO}_3$  溶液滴加  $\text{NaOH}$  溶液至溶液呈中性过程中，

$c(\text{HCO}_3^-)$  增大， $K_{a1}$  不变，所以  $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}$  减小，即  $\frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{H}^+)}$  逐渐增大，因此 D 项错误。

答案：D

12. 解析:由装置图和题干中信息“通电后,阳极产物将乙二醛氧化为乙醛酸”推知,左侧电极产生  $\text{Cl}_2$ ,所以 c 电极反应式为  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$ ,c 电极为阳极,与电源的正极相连,A 项正确;当 1 mol 乙二醛氧化成 1 mol 乙醛酸时,即  $\text{OHC}-\text{CHO} \sim \text{OHC}-\text{COOH} \sim 2\text{e}^- \sim \text{Cl}_2$ ,参加反应的  $\text{Cl}_2$  是 1 mol,由图像知,一部分  $\text{Cl}_2$  成为尾气,还有一部分  $\text{Cl}_2$  会溶于水,即阳极产生的  $\text{Cl}_2$  大于 1 mol,所以阴极产生的  $\text{H}_2$  大于 1 mol,B 项错误;阴极即 d 电极反应式为  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2$ ,电解过程中左侧的  $\text{H}^+$  通过阳离子交换膜进入阴极,相当于右侧的电解液中任何物质都不参与电极反应,所以稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  电解液的浓度保持不变,C 项正确;阳极液中盐酸的作用:产生氯气氧化乙二醛生成乙醛酸、提供离子增强溶液导电性、提供氢离子移向阴极平衡阴极区电解液电荷,D 项正确。

答案:B

13. 解析:由 X、Y、Z、W 为原子序数依次增大的短周期主族元素,Y 最外层电子数是内层的 3 倍,可推出 Y 为 O;W 最外层电子数为核外电子总数的  $\frac{1}{3}$ ,可推出 W 为 P;根据化合物的阴离子的结构式可推出 X 为 H,而 X、Z 为同主族元素,且 Z 原子序数比 Y 大,可推出 Z 为 Na。非金属性: $\text{O} > \text{P}$ ,故简单氢化物稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{PH}_3$ ,A 项错误;发生的反应是  $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ ,1 mol NaH 转移电子数为  $N_A$ ,B 项错误; $\text{H}_2\text{PO}_2^-$  中的磷元素呈 +1 价,极易失电子表现还原性,C 项正确;H 与 O 形成的二元化合物是  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ ,只含有共价键;而 Na 与 O 形成的二元化合物是  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,都含有离子键, $\text{Na}_2\text{O}_2$  中还含有共价键,所以  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$  中含有相同的化学键类型,D 项错误。

答案:C

26. 解析:(1)矿物中  $\text{CoO}(\text{OH})$  和  $\text{CoCO}_3$  含有钴元素,其中  $\text{CoO}(\text{OH})$  中钴为 +3 价,能氧化  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 。配平后为  $2\text{CoO}(\text{OH}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = 2\text{CoSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。(2)除铜过程发生的反应为  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ ;  $K = \frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{Cu}^{2+})} = \frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MnS})}{K_{\text{sp}}(\text{CuS})} = \frac{2.5 \times 10^{-13}}{1.3 \times 10^{-36}} \approx 1.9 \times 10^{23}$ 。(3)①“浸泡”过程中加入还原剂  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,铁元素和钴元素均以低价态 +2 价形式存在,需将铁元素转化为  $\text{Fe}^{3+}$  除去,故需要先加氧化剂  $\text{NaClO}_3$  将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,再加  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液调节 pH,促进  $\text{Fe}^{3+}$  沉淀为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  除去铁元素。前面步骤加入了过量稀硫酸,故离子方程式为  $\text{ClO}_3^- + 6\text{Fe}^{2+} + 6\text{H}^+ = \text{Cl}^- + 6\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。②因为当离子浓度  $c(\text{M}^{n+}) \leq 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,即认为该金属离子沉淀完全,故需要调节  $\text{pH} \geq 3$ ,即可保证  $\text{Fe}^{3+}$  完全沉淀,同时为使  $\text{Co}^{2+}$  不沉淀,需要  $\text{pH} < 7.6$ ,所以 pH 范围为  $3 \sim 7.6$  (或者  $3 \leq \text{pH} < 7.6$ )。(4)溶液中存在  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  等杂质,加入 NaF 可形成  $\text{MgF}_2$ 、 $\text{CaF}_2$  沉淀,除去  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 。(5)根据反应  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{CoCl}_2 = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CoC}_2\text{O}_4$  可推知, $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  晶体表面附着  $\text{Cl}^-$  和  $\text{NH}_4^+$ ,为看到明显的实验现象应检验  $\text{Cl}^-$ ,操作为取少量最后一次洗涤液于试管中,加入硝酸酸化的硝酸银溶液,若无白色沉淀产生,则证明已洗净。(6)设钴的百分含量为 x,则  $m_1 \times x \times a \times \frac{166}{118} = m_2$ ,即  $x = \frac{118m_2}{m_1 \times a \times 166} \times 100\% = \frac{5900m_2}{83m_1a} \%$ 。

答案:(1)  $2\text{CoO}(\text{OH}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = 2\text{CoSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$  (2 分)

(2)  $1.9 \times 10^{23}$  (2 分)

(3) ①  $\text{ClO}_3^- + 6\text{Fe}^{2+} + 6\text{H}^+ = \text{Cl}^- + 6\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$  (2 分)

②  $3 \sim 7.6$  (或  $3 \leq \text{pH} < 7.6$ ) (2 分)

(4) 形成  $\text{MgF}_2$ 、 $\text{CaF}_2$  沉淀,除去溶液中的  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  (2 分)

(5) 取少量最后一次洗涤液于试管中,加入硝酸酸化的硝酸银溶液,若无白色沉淀产生,则证明已洗净 (2 分)

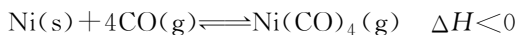
(6)  $\frac{5900m_2}{83m_1a} \%$  (2 分)

27. 解析: (1) 根据原料和产品可知将硫酸铜废液转化为聚铁, 故硫酸铜废液除酸后, 需先加入一定量的铁粉, 搅拌, 过滤, 得到硫酸亚铁溶液。(2) 硫酸铜废液中硫酸铜含量较低, 故需要加热浓缩。加入少量硫酸, 一是在加热浓缩时抑制  $\text{Fe}^{2+}$  水解; 二是为下一步氧化提供酸性环境, 提高双氧水的氧化能力。“聚合”时加硫酸, 控制溶液的 pH 在一定的范围内, 若 pH 偏小时,  $\text{Fe}^{3+}$  水解程度弱, pH 偏大时,  $\text{Fe}^{3+}$  容易转化成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀, 导致聚铁产率降低。(3) 控制温度在一定范围内, 一是为了加快该反应速率, 二是防止双氧水分解。(4) 该装置使用减压泵给系统减压, 降低溶液的沸点, 可以在较低温度下蒸馏, 避免产品聚铁分解。实验开始时, 先打开减压泵使系统处于负压状态, 再从用于冷凝蒸出物的(蛇形)冷凝管下口即 b 口通入冷水, 从上口即 c 口通出冷水; 要将聚铁与水分离, 因为水的沸点相对聚铁要低, 故水浴锅温度调至减压条件下水的沸点附近, 打开电动机转动旋转瓶, 旋转瓶(烧瓶)置于水浴中一边旋转、一边加热, 可以增大蒸发面积, 利于瓶内溶液扩散蒸发。结束时应先停止旋转电动机, 防止蒸馏烧瓶在转动中脱落, 再打开通气阀通大气, 然后取下收集瓶和旋转瓶。实验中通过水浴加热是蒸发溶剂水, 故水在收集瓶中, 聚铁在旋转瓶中, 取下旋转瓶得聚铁。(5) ①  $n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{1.165 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.005 \text{ mol}$ , 依据关系式:  $2\text{Fe}^{3+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  可知  $n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.5000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.02 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$ ,  $\frac{n(\text{Fe}^{3+})}{n(\text{SO}_4^{2-})} = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.005 \text{ mol}} = \frac{2}{n}$ ,  $n = 1$ 。② 若  $m = 4$ , 说明  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  “聚合”生成  $[\text{Fe}_2(\text{OH})_4\text{SO}_4]_4$ , 即部分  $\text{Fe}^{3+}$  水解, 反应方程式为  $4\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 16\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Fe}_2(\text{OH})_4\text{SO}_4]_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

答案: (1) 铁粉(1分)  
 (2) 增加  $\text{H}^+$  浓度, 提高双氧水的氧化能力(或促进  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化)(2分)  $\text{Fe}^{3+}$  容易转化成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀, 导致聚铁产率降低(1分)  
 (3) 温度过低反应速率慢, 温度过高双氧水分解(2分)  
 (4) b(1分) 关闭减压泵(1分) 旋转瓶(1分) 降低蒸发温度, 防止加热时聚铁分解(2分)  
 (5) ① 1(2分) ②  $4\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 16\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Fe}_2(\text{OH})_4\text{SO}_4]_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$ (2分)

28. 解析: (1) ① 利用  $\Delta H = \text{破坏旧键吸收的总能量} - \text{形成新键释放的总能量}$ , 设形成  $1 \text{ mol CH}_3\text{OH}(\text{g})$  中化学键释放的能量为  $x$ , 则  $-99 \text{ kJ} = 1072 \text{ kJ} + 2 \times 436 \text{ kJ} - x$ ,  $x = 2043 \text{ kJ}$ 。② d 极质量增加  $160 \text{ g}$ , 说明 d 极为阴极, 与电源的负极相连, 即 b 极为燃料电池的负极, 而燃料从负极加入, 所以甲醇应加入 b 极。d 极质量增加  $160 \text{ g}$ , 析出  $\text{Cu}$  为  $2.5 \text{ mol}$ , 转移电子为  $2 \times 2.5 \text{ mol} = 5 \text{ mol}$ ; 而加入  $1 \text{ mol}$  甲醇, 又  $\text{CH}_3\text{OH} \sim 6\text{e}^-$ , 所以电池的能量转化率  $= \frac{5 \text{ mol}}{6 \text{ mol}} \times 100\% \approx 83.3\%$ 。

(2) 设平衡时  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  的物质的量为  $x$ , 根据题意列出反应的三段式:



初始 $n/\text{mol}$	3.7	0
转化 $n/\text{mol}$	$4x$	$x$
平衡 $n/\text{mol}$	$3.7 - 4x$	$x$

根据  $pV = nRT$ , 温度一定, 刚性密闭容器即  $V$  一定,  $R$  为常数, 所以  $p$  与  $n$  成正比, 即  $\frac{p_{\text{初始}}}{p_{\text{平衡}}} = \frac{n_{\text{初始}}}{n_{\text{平衡}}}$ , 即

$$\frac{3.7}{1} = \frac{3.7}{3.7 - 4x + x}, \text{求得 } x = 0.9. \text{ ① } 0 \sim 10 \text{ min 内反应掉的 Ni 为 } 0.9 \text{ mol, 其质量为 } 53.1 \text{ g, 所以 } 0 \sim$$

$10 \text{ min}$  内 Ni 的平均反应速率  $v(\text{Ni}) = \frac{53.1 \text{ g}}{10 \text{ min}} = 5.31 \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$ 。② 由以上分析可知,  $T_0$  温度下平衡时,

$n(\text{CO}) = 0.1 \text{ mol}$ ,  $n[\text{Ni}(\text{CO})_4] = 0.9 \text{ mol}$ , 气体总物质的量  $n_{\text{总}} = 1 \text{ mol}$ , 则  $x(\text{CO}) = 0.1$ ,  $x[\text{Ni}(\text{CO})_4] =$

$0.9$ 。平衡时  $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ , 即  $k_{\text{正}} \cdot x^4(\text{CO}) = k_{\text{逆}} \cdot x[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ ,  $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} = \frac{x[\text{Ni}(\text{CO})_4]}{x^4(\text{CO})} = \frac{0.9}{0.1^4} = 9 \times 10^3$ 。③ 由

于反应放热, 当温度升高时平衡逆向移动, 即温度升高对逆反应速率常数影响大, 所以  $k_{\text{正}}$  小于  $k_{\text{逆}}$ ; 由于

平衡逆向移动,所以 CO 的转化率变小。④由于反应放热,温度降低,平衡正向移动,导致  $v_{正}$ 、 $v_{逆}$  均减小,  $x(\text{CO})$  减小,  $x[\text{Ni}(\text{CO})_4]$  增大,所以反应重新达到平衡相应的点分别为 D、B。

答案:(1)①2 043 kJ(2分) ②b(2分) 83.3%(2分)

(2)①5.31(2分) ② $9 \times 10^3$ (或 9 000)(2分) ③小于(1分) 变小(1分) ④D(1分) B(1分)

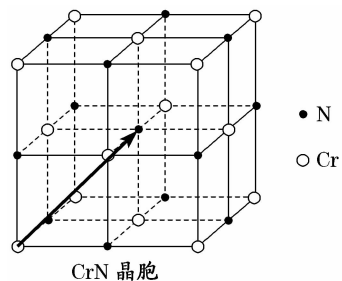
35. 解析:(1)Cr 元素的基态原子的电子排布式为  $[\text{Ar}]3d^5 4s^1$ , 3d 与 4s 存在能级交错, 3d 能量高于 4s 的, 所以基态铬原子中电子占据的最高能级符号为 3d。(2)由信息知: 化合物具有磁性需要满足阳离子有未成对电子。A 项,  $\text{V}_2\text{O}_5$  中钒为 +5 价, 对应阳离子的电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ , 阳离子中没有未成对电子, 所以  $\text{V}_2\text{O}_5$  没有磁性; B 项,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中铁为 +3 价, 对应阳离子的电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ , 3d<sup>5</sup> 有 5 个未成对电子, 所以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  有磁性; C 项,  $\text{ZnO}$  中锌为 +2 价, 对应阳离子的电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ , 阳离子中没有未成对电子, 所以  $\text{ZnO}$  没有磁性; D 项,  $\text{CrO}_2$  中铬为 +4 价, 对应阳离子的电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$ , 3d<sup>2</sup> 有 2 个未成对电子, 所以  $\text{CrO}_2$  有磁性。

(3)向 0.1 mol 蓝绿色配合物中加入足量的  $\text{AgNO}_3$  溶液, 经过滤、洗涤、干燥得 28.7 g 沉淀, 即  $n(\text{AgCl}) = \frac{28.7 \text{ g}}{143.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$ , 故 1 mol 蓝绿色配合物中加入足量的  $\text{AgNO}_3$  能产生 2 mol  $\text{AgCl}$  沉淀, 因

为配合物内界不电离出离子, 而 1 mol 蓝绿色配合物中有 3 mol  $\text{Cl}^-$ , 所以蓝绿色配合物外界的  $\text{Cl}^-$  是内界的 2 倍, 即外界 2 份  $\text{Cl}^-$ , 内界 1 份  $\text{Cl}^-$ ; 再根据“已知  $\text{Cr}^{3+}$  在水溶液中的存在形式为  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ”可知铬的配位数为 6, 所以内界还有 5 份  $\text{H}_2\text{O}$ , 外界还有 1 份  $\text{H}_2\text{O}$ , 因此蓝绿色配合物的结构式为  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; 由于配合物有内界和外界, 能电离出离子所以含有离子键,  $\text{H}_2\text{O}$  中存在(极性)共价键, 内界的  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cl}^-$  与  $\text{Cr}^{3+}$  之间存在配位键。其电离方程式为  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 = [\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+} + 2\text{Cl}^-$ 。

(4)①根据相似相溶原理,  $\text{CCl}_4$ 、 $\text{CS}_2$  为非极性分子, 所以  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$  为非极性分子。②等电子体是具有相同的价电子数和原子数的分子或离子,  $\text{CCl}_4$  具有  $\text{AX}_4$  通式,  $\text{CCl}_4$  含有 5 个原子、32 个价电子, 和  $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{ClO}_4^-$  这些离子互为等电子体。

(5)①通常离子所带的电荷数越多, 晶格能就越大, 熔沸点就越高。②如图, 顶点的  $\text{Cr}^{3+}$  到体心  $\text{N}^{3-}$  的距离为次邻近距离, 该顶点的  $\text{Cr}^{3+}$  为 8 个晶胞所共用, 所以与该顶点的  $\text{Cr}^{3+}$  次邻近的  $\text{N}^{3-}$  是 8 个。③已知  $\text{Cr}^{3+}$  和  $\text{N}^{3-}$  半径分别为  $a \text{ pm}$ 、 $b \text{ pm}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  和  $\text{N}^{3-}$  都是紧密接触的刚性小球, 所以晶胞的边长为  $(2a+2b) \text{ pm} = (2a+2b) \times 10^{-10} \text{ cm}$ 。由于  $\text{Cr}^{3+}$  位于 8 个顶点和 6 个面的面心上, 所以一个晶胞中有 4 个  $\text{Cr}^{3+}$ ;  $\text{N}^{3-}$  位于 12 条棱上和 1 个体心, 所以一个晶胞中有 4 个  $\text{N}^{3-}$ , 即一个晶胞中有 4 个  $\text{CrN}$ , 一个晶胞的质量即 4 个  $\text{CrN}$  的质量, 设  $\text{CrN}$  的摩尔质量为  $M$ , 则一个晶胞的质量  $m = \frac{4M}{N_A}$ ; 而晶胞质量还等于晶胞的密度  $\times$  晶胞的体积, 即



$m = \rho \times V$ , 晶胞的体积  $V = [(2a+2b) \times 10^{-10}]^3$ , 所以晶胞质量的关系式如下:  $\frac{4M}{N_A} = \rho \times [(2a+2b) \times 10^{-10}]^3$ , 整理得  $M = 2 \times 10^{-30} \times \rho \times N_A (a+b)^3$ 。

答案:(1)3d(1分)

(2)BD(2分)

(3)离子键、(极性)共价键、配位键(2分)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 = [\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+} + 2\text{Cl}^-$  (2分)

(4)①非极性(1分) 根据相似相溶原理,  $\text{CCl}_4$ 、 $\text{CS}_2$  为非极性分子, 所以  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$  为非极性分子(1分)

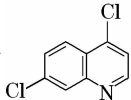
② $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{ClO}_4^-$  (任意一种即可)(1分) S : : C : : S (1分)

(5)①氮化铬中离子所带电荷数较多, 晶格能较大(1分) ②8(1分)

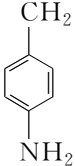
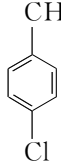
③ $M = 2 \times 10^{-30} \times \rho \times N_A (a+b)^3$  (2分)

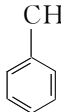


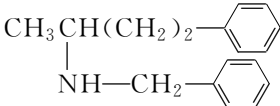
36. 解析: (1) 依据 B 和 C 的化学式, 可推知反应 I 的另一产物化学式为  $C_2H_6O$ ; 根据其在 B 中的原子连接方式, 推知该物质为乙醇。D 中含氧官能团为羟基和羧基。

(2) 由 E ( $C_9H_6OCIN$ ) 和 F ( $C_9H_5Cl_2N$ ) 的化学式可推知 E 中的羟基被氯原子取代, 故 F 的结构简式为 ; 反应 II 也是 G 中的羟基被氯原子

取代, 为取代反应。(3) 由  $H[ClCH_2CH_2N(C_2H_5)_2]$  和字母 I 的结构简式可推知, 乙酰乙酸乙酯的结构简式为  $CH_3COCH_2COOC_2H_5$ 。由此可写出反应 III 的化学方程式。

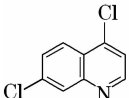
(4) 化合物 M ( $C_7H_8ClN$ ) 是 A 的同系物, 其核磁共振氢谱有 4 组峰, 峰面积比为 1:1:1:1 的同分异构体为 、 , 符合

该要求的同分异构体有 2 种。(5) 设计由氯化苄 () 和乙酰乙酸乙酯为原料制备

 的合成路线, 依据转化图中反应 III 可知, 氯化苄与乙酰乙酸乙酯取代, 然后水解

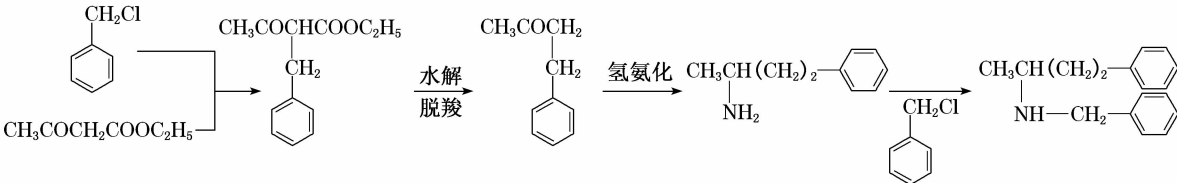
脱羧、氨氯化, 形成氨基后, 再与氯化苄中的氯原子取代, 即可得产物。

答案: (1) 乙醇 (2 分) 羟基、羧基 (各 1 分)

(2)  (2 分) 取代反应 (1 分)

(3)  $ClCH_2CH_2N(C_2H_5)_2 + CH_3COCH_2COOC_2H_5 \longrightarrow HCl + CH_3CO-CH(COOC_2H_5)-CH_2CH_2N(C_2H_5)_2$  (2 分)

(4) 2 (2 分)

(5) 

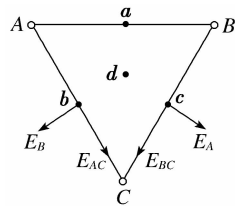
(4 分, 每步 1 分, 扣完为止)

题号	14	15	16	17	18	19	20	21
答案	C	C	D	D	C	AC	CD	ACD

14. **解析:**根据爱因斯坦质能方程  $E=mc^2$  可知,自由核子组成原子核时,其质量亏损所对应的能量等于该原子核的结合能,故选项 A 错误;质量较小的轻核结合成质量较大的重核时出现质量亏损,例如氢核聚变时要放出能量,质量较大的重核分裂成质量较小的轻核时要放出能量,故选项 B 错误;根据题图中的曲线很容易看出,质量较大的重核和质量较小的轻核的比结合能都较小,且轻核的比结合能还有些起伏,故选项 C 正确;一重原子核衰变成  $\alpha$  粒子和另一原子核,该过程中要释放能量,所以衰变产物的结合能之和一定大于原来重核的结合能,根据质能方程可知衰变产物的质量之和一定小于原来重核的质量,故选项 D 错误。

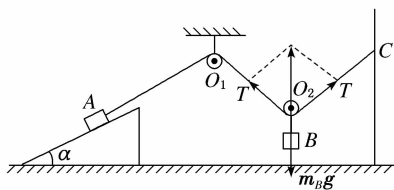
**答案:**C

15. **解析:**根据题意可知, $b$ 、 $c$  两点的电场强度为三个点电荷在该处场强的矢量和,其中  $A$ 、 $C$  两处的点电荷在  $b$  点的场强的矢量和沿  $bC$  方向, $B$  处电荷在  $b$  点的场强沿  $Bb$  方向,同理可标出  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三处的点电荷在  $c$  点的电场方向,方向如图所示,因此, $b$ 、 $c$  两处叠加后的电场强度方向是不同的,故选项 A 错误;根据点电荷电场强度的叠加规律很容易判断出中心  $d$  处的电场强度不为零,故选项 B 错误; $A$ 、 $C$  两处的两点电荷在  $b$  点的电势之和为零(规定无穷远处电势为 0), $B$ 、 $C$  两处两点电荷在  $c$  点的电势之和等于零,所以  $b$  点的电势等于  $B$  处电荷在该点的电势, $c$  处电势等于  $A$  处电荷在该点的电势, $A$ 、 $B$  两电荷带等量正电荷,根据几何关系有  $Ac=Bb$ ,所以  $b$ 、 $c$  两点电势相等,所以将电子从  $b$  处移到  $c$  处电场力不做功,故选项 C 正确;由图判断  $a$  点的电势高于  $b$  点电势,所以将电子从  $b$  处移到  $a$  处电场力做正功,故选项 D 错误。

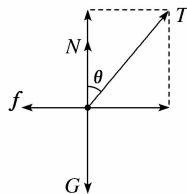


**答案:**C

16. **解析:**对滑轮  $O_2$  和物体  $B$  进行整体受力分析,如图甲所示:



甲



乙

根据平衡条件,有  $m_B g = 2T \cos \theta$ ,计算得  $T = \frac{m_B g}{2 \cos \theta}$ ,当物体  $B$  的质量增大时,绳子的拉力增大,由于整个系统处于静止状态,物体  $A$  受的摩擦力的方向不确定,所以物体  $A$  受的静摩擦力可能减小也可能增大,故选项 A 错误;对斜臂与物体  $A$  整体受力分析,如图乙所示,当物体  $B$  的质量增大,即绳子的拉力增大时,斜臂与地面间摩擦力增大,故选项 B 错误;若将悬点  $C$  上移,系统仍处于静止状态,绳子夹角  $2\theta$  不变,即绳子的拉力不变,所以斜臂对物体  $A$  的摩擦力不变,故选项 C 错误;若将右边的固定杆向左平移一点,系统仍处于静止状态,绳子夹角  $2\theta$  变小,绳子的拉力变小,对斜臂和物体  $A$  整体为研究对象进行受力分析如图乙所示,地面对斜臂的摩擦力减小,故选项 D 正确。

**答案:**D

17. **解析:**由图可知, $R_2$  与滑动变阻器  $R_4$  串联后与  $R_3$  并联,再与  $R_1$  串连接在电源两端;电容器与  $R_3$  并联;当滑片向  $a$  端移动时,滑动变阻器  $R_4$  接入电阻增大,则电路中总电阻增大;由闭合电路欧姆定律可知,干路中电流减小;路端电压增大,同时  $R_1$  两端的电压也减小;故并联部分的电压增大;由欧姆定律可知流过  $R_3$  的电流增大,故电流表的示数减小;根据  $P_1 = I_1^2 R_1$ ,电阻  $R_1$  消耗的功率减小,故选项 A 错误;

电压表的示数变大,金属板板间的电场变强,电场力变大,电场力大于小液滴的重力,则小液滴向上运动,电势能减小,故选项 B 错误;由于路端电压变大,电源效率增大,故选项 C 错误;根据  $\Delta I_{\mp} \downarrow = \Delta I_3 \uparrow + \Delta I \downarrow$ , 很容易看出  $\Delta I_{\mp} < \Delta I$ , 由于  $\frac{\Delta U}{\Delta I_{\mp}} = r + R_1$ , 即有  $\left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| < R_1 + r$ , 故选项 D 正确。

答案:D

18. 解析:带电粒子在磁场中做匀速圆周运动,洛伦兹力提供向心力,由牛顿第二定律得  $qvB = m \frac{v^2}{r}$ , 解得  $r = \frac{mv}{qB}$ , 氦核  ${}^3_2\text{He}$  的轨道半径为  $r$ , 已知各粒子从  $p$  射入速度相同,根据氦核( ${}^3_2\text{He}$ )和反粒子( ${}^3_{-2}\text{He}$ )的质量关系可知反质子的轨道半径应为  $r' = r/3$ , 氦核( ${}^3_2\text{He}$ )射入后打在  $d$  点,它转过的圆心角  $\theta = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$ , 根据几何关系得  $\tan \frac{\theta}{2} = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{R}{r}$ , 同理反质子的几何关系也应该是  $\tan \frac{\theta'}{2} = \frac{R}{r'} = \sqrt{3}$ , 则  $\theta' = 120^\circ$ , 由左手定则可知,反质子刚射入磁场时受到的洛伦兹力竖直向下,则反质子应从  $a$  点射出磁场,故选项 A、B 错误;根据带电粒子的周期公式可知氦核的周期  $T = \frac{2\pi m}{qB}$ , 反质子的周期  $T' = \frac{2\pi m}{3Bq}$ , 反质子在磁场中运动的时间  $t' = \frac{1}{3}T'$ ; 氦核的周期  $T = \frac{2\pi m}{qB}$ , 氦核在磁场中运动的时间  $t = \frac{1}{6}T$ , 则反质子在磁场中运动的时间为氦核在磁场中运动时间的  $\frac{2}{3}$  倍,故选项 C 正确;氦核的轨迹弧长  $l = r \cdot \theta = \frac{\pi r}{3}$ , 反质子的轨迹弧长  $l' = r' \cdot \theta' = \frac{2\pi r}{9}$ , 所以反质子在磁场中运动的轨迹弧长为氦核的  $\frac{2}{9}$ , 故选项 D 错误。

答案:C

19. 解析:反侦察卫星进行攻击时必须从低轨道向高轨道运动,显然应该向后喷气,故选项 A 正确;根据向心加速度  $a = \frac{GM}{r^2}$ , 可知轨道半径越大向心加速度越小,故选项 B 错误;从低轨道向高轨道运动时需点火加速,机械能增加,即反侦察卫星进攻前的机械能小于攻击时的机械能,故选项 C 正确,高、低轨道运行的线速度均小于第一宇宙速度,故选项 D 错误。

答案:AC

20. 解析:根据题意, A 小球的最大静摩擦力为  $f_{A\max} = \mu m_A g = 10 \text{ N}$ , B 小球的最大静摩擦力为  $f_{B\max} = \mu m_B g = 20 \text{ N}$ , 由于 A、B 两小球对细绳的摩擦力必须等大,且 A、B 两小球的质量不相等, A 小球由静止释放后与细绳间的摩擦力为滑动摩擦力, B 小球与细绳间的摩擦力达不到最大静摩擦力,所以 B 小球与细绳间为静摩擦,故选项 A 错误;对 A 进行受力分析:  $m_A g - f_A = m_A a_A$ , 对 B 进行受力分析:  $m_B g - f_B = m_B a_B$ , 又  $f_A = f_B$ ,  $f_A = 0.5 m_A g$ , 联立解得  $a_A = 5 \text{ m/s}^2$ 、 $a_B = 7.5 \text{ m/s}^2$ , 设 A 小球经时间  $t$  与细绳分离, 此时, A、B 下降的高度分别为  $h_A$ 、 $h_B$ , 速度分别为  $v_A$ 、 $v_B$ , 则有  $h_A = \frac{1}{2} a_A t^2$ 、 $h_B = \frac{1}{2} a_B t^2$ 、 $H = h_A + h_B$ 、 $v_A = a_A t$ 、 $v_B = a_B t$ , 代入数据联立解得  $t = 2 \text{ s}$ 、 $h_A = 10 \text{ m}$ 、 $h_B = 15 \text{ m}$ 、 $v_A = 10 \text{ m/s}$ 、 $v_B = 15 \text{ m/s}$ , 分离后, 设 A 经时间  $t_1$  落地, 则有  $H - h_A = v_A t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2$ , 设 B 小球经时间  $t_2$  落地, 则有  $H - h_B = v_B t_2 + \frac{1}{2} g t_2^2$ , 代入数据解得  $t_1 = 1 \text{ s}$ 、 $t_2 = \frac{-3 + \sqrt{17}}{2} \text{ s}$ , 所以 B 小球先落地, 故选项 B 错误; A、B 两小球与轻绳摩擦力为零的瞬间 A 小球的动量  $p_A = m_A v_A = 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , B 小球的动量为  $p_B = m_B v_B = 60 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , 即 A、B 两小球的动量比 1:3, 故选项 C 正确; 设 A、B 两小球落地时的动能分别为  $E_{kA}$ 、 $E_{kB}$ , 由机械能守恒有  $E_{kA} = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + m_A g (H - h_A)$ 、 $E_{kB} = \frac{1}{2} m_B v_B^2 + m_B g (H - h_B)$ , 代入数据得  $E_{kA} = 400 \text{ J}$ 、 $E_{kB} = 850 \text{ J}$ , 两小球损失的机械能总量为  $\Delta E$ ,  $\Delta E = (m_A + m_B) g H - E_{kA} - E_{kB}$ , 代入数据得  $\Delta E = 250 \text{ J}$ , 故选项 D 正确。

答案:CD

21. 解析:从题图乙可知,木板运动 2 s 离开小物块,在 0~2 s 内,由图象可知  $x = \frac{2 \times 1}{2} \text{ m} = 1 \text{ m}$ ,所以木板的长度  $L = 2x = 2 \text{ m}$ ,故选项 A 正确、B 错误;设木板与地面间的动摩擦因数为  $\mu_2$ ,物块与木板间的动摩擦因数为  $\mu_1$ ,在 2~3 s 内,由图象可得长木板的加速度  $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 4 \text{ m/s}^2$ ,由牛顿第二定律得  $F - \mu_2 m_2 g = m_2 a_2$ ,解得  $\mu_2 = 0.5$ ,故选项 C 正确;在 0~2 s 内,对小物块进行受力分析,竖直方向:  $F_N + T \sin 37^\circ = m_1 g$ ,水平方向:  $T \cos 37^\circ = f_1$ ,又知  $f_1 = \mu_1 F_N$ ,长木板的加速度  $a_1 = \frac{\Delta v'}{\Delta t} = 0.5 \text{ m/s}^2$ ,对木板进行受力分析,结合牛顿第二定律得  $F - f_1' - \mu_2(m_2 g + F_N') = m_2 a_1$ ,由牛顿第三定律得  $f_1 = f_1'$ ,  $F_N = F_N'$ ,联立上述式子解得  $\mu_1 = \frac{8}{19}$ ,故选项 D 正确。

答案:ACD

22. 解析:多用电表电流为“红进黑出”,题图甲中外电路电流由 2 到 1,所以红表笔应连 1 端。指针偏角过大换小挡。

答案:(2)1(1分) ×1(1分) 7.0(1分) 小于(2分)

23. (1)3.80(2分)

(2)0.32(2分)

(3)大于(3分)

(4) $\frac{2mg}{kd^2} - m$ (3分)

24. 解析:(1)当  $t_1 < t_0$  时,金属棒未到达 MN,由法拉第电磁感应定律有  $E_1 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B_1 S}{\Delta t} = kS$ , (1分)

由欧姆定律得  $I_1 = \frac{E_1}{R}$ , (1分)

解得  $I_1 = \frac{kS}{R}$ ; (1分)

当  $t_2 > t_0$  时,金属棒已越过 MN,金属棒切割磁感线产生的感应电动势  $E_2 = B_0 L v_0$ , (1分)

总感应电动势  $E = E_1 + E_2$ , (1分)

由欧姆定律得  $I_{\text{总}} = \frac{E}{R} = \frac{kS + B_0 L v_0}{R}$ 。 (1分)

(2)当  $t > t_0$  时,金属棒已越过 MN 做匀速直线运动,有  $mg \sin \theta = B_0 I_{\text{总}} L$ , (2分)

解得  $m = \frac{B_0 L (kS + B_0 L v_0)}{g R \sin \theta}$ ; (1分)

在 0~ $t_0$  时间内,电阻 R 产生的热量为  $Q_1 = I_1^2 R t_0$ , (1分)

在  $t_0 \sim t$  时间内,电阻 R 产生的热量为  $Q_2 = I_{\text{总}}^2 R (t - t_0)$ , (1分)

$Q = Q_1 + Q_2 = \left(\frac{kS}{R}\right)^2 R t_0 + \left(\frac{kS + B_0 L v_0}{R}\right)^2 R (t - t_0)$ 。 (1分)

答案:(1) $\frac{kS}{R}$   $\frac{kS + B_0 L v_0}{R}$

(2) $\frac{B_0 L (kS + B_0 L v_0)}{g R \sin \theta}$   $Q = \left(\frac{kS}{R}\right)^2 R t_0 + \left(\frac{kS + B_0 L v_0}{R}\right)^2 R (t - t_0)$

25. 解析:(1)由题图乙可知,当小物块与弹簧分离后,小物块沿斜面向下做匀加速直线运动,加速度的大小为  $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$ 。根据牛顿第二定律有  $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_1$ , (2分)

解得  $\mu = 0.5$ 。 (1分)

(2)由题图乙可知, $t = 0$  时加速度的大小为  $a_0 = 62 \text{ m/s}^2$ ,设此时弹簧压缩量为  $x$ ,

根据牛顿第二定律有  $kx + mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_0$ , (2分)

解得  $x=0.8\text{ m}$ ,

设小物块到达斜面底端的速度为  $v_0$ ,由动能定理得  $\frac{1}{2}kx^2+mgl\sin\theta-\mu mg l\cos\theta=\frac{1}{2}mv_0^2$ , (2分)

解得  $v_0=8\text{ m/s}$ . (1分)

(3)在斜面底端,小物块与滑块发生第一次弹性碰撞,设碰后小物块的速度为  $v_1$ ,滑块的速度为  $v_{M1}$ ,

则  $mv_0+0=mv_1+Mv_{M1}$ , (1分)

$\frac{1}{2}mv_0^2+0=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}Mv_{M1}^2$ , (1分)

解得  $v_1=-6\text{ m/s},v_{M1}=2\text{ m/s}$ ,

第一次碰撞后,滑块向左做匀减速运动,经过  $t=\frac{v_{M1}}{\mu g}=0.4\text{ s}$  停下来,发生的位移为  $s_1$ ,则  $v_{M1}^2=2\mu gs_1$ , (1分)

解得  $s_1=0.4\text{ m}$ , (1分)

小物块冲上斜面又滑下来,沿斜面向上运动的加速度为  $a_{\perp}=g\sin 37^{\circ}+\mu g\cos 37^{\circ}=10\text{ m/s}^2$ , (1分)

位移为  $l_1,v_1^2=2a_{\perp}l_1$ , (1分)

解得  $l_1=1.8\text{ m}$ ,

$t_{\perp}=\frac{-v_1}{a_{\perp}}=0.6\text{ s}$ ,所以发生第二次碰撞时滑块已经静止,小物块没有接触弹簧但速度已经减为零,随后

加速下滑。设小物块刚要与滑块二次碰撞时的速度为  $v_2$ ,则

$mg l_1\sin\theta-\mu mg l_1\cos\theta-\mu mg s_1=\frac{1}{2}mv_2^2-0$ , (1分)

解得  $v_2=\sqrt{3.2}\text{ m/s}$ ,

小物块与滑块发生第二次弹性碰撞,碰后小物块的速度为  $v_3$ ,滑块的速度为  $v_{M2}$ ,

则  $mv_2+0=mv_3+Mv_{M2}$ , (1分)

$\frac{1}{2}mv_2^2+0=\frac{1}{2}mv_3^2+\frac{1}{2}Mv_{M2}^2$ , (1分)

解得: $v_{M2}=\frac{1}{4}\sqrt{3.2}\text{ m/s}$ ,  $v_3=-\frac{3}{4}\sqrt{3.2}\text{ m/s}$ ,

第二次碰撞后,滑块向左做匀减速运动,发生的位移为  $s_2$ ,则  $v_{M2}^2=2\mu gs_2$ , (1分)

$s_2=0.02\text{ m}$ , (1分)

小物块向右做匀减速运动,发生的位移为  $s_3=\frac{v_3^2}{2\mu g}=0.18\text{ m}<s_1$ ,

不能发生第三次碰撞,所以滑块的总路程  $s=s_1+s_2=0.42\text{ m}$ . (1分)

答案:(1)0.5 (2)8 m/s (3)0.42 m

33. 解析:(1)当  $r>r_0$  时,分子力表现为引力,随着  $r$  的减小,分子引力做正功,分子势能减小,故选项 A 错误;内能包括分子动能与分子势能,内能不同但分子热运动的平均动能可能相同,则选项 B 正确;根据热力学第一定律,在绝热( $Q=0$ )压缩( $W>0$ )过程中,内能增大,等温( $\Delta U=0$ )压缩,内能不变,故选项 C 错误;由摩尔质量和阿伏加德罗常数,一定可求其分子的质量,则选项 D 正确;当温度越高时,分子运动越激烈,导致做布朗运动的颗粒运动得越剧烈,故 E 正确。

(2)①  $T_1=270\text{ K},T_2=300\text{ K}$ ,由题意知,

$p_2=1.01\times 10^5\text{ Pa}-15\text{ Pa}$ , (1分)

设减少的气体体积为  $\Delta V$ ,以启用后负压病房内剩余的气体为研究对象,由理想气体状态方程得,

$\frac{p_0(V-\Delta V)}{T_1}=\frac{p_2V}{T_2}$ , (3分)

解得  $\Delta V\approx 6\text{ m}^3$ , (1分)

则  $\frac{\Delta m}{m}=\frac{\rho\Delta V}{60\rho}=\frac{1}{10}$ . (2分)

②因为抽气过程中剩余的气体温度升高,故内能增加, (1分)

而剩余气体的体积膨胀,对外做功。 (1分)

由热力学第一定律  $\Delta U=W+Q$  可知,气体一定从外界吸收热量。 (1分)

答案:(1)BDE (2)① $\frac{1}{10}$  ②见解析

34. 解析:(1)①为了提高实验的精确度,实验时大头针之间的距离适当大一些,入射角适当大一些,故选项

A、C 正确,选项 B、D 错误;②根据折射定律得,玻璃砖的折射率  $n=\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}=\sqrt{3}$ ;另一同学将大头针插在  $P_1'$  和  $P_2'$  位置时,在玻璃砖另一侧看不到大头针的像,其原因可能是发生了全反射。

(2)①根据振动图象乙可知,振动周期  $T=0.2$  s,即波传播的周期  $T=0.2$  s,在  $t=1.1$  s 时, $M$  点在平衡位置且向上振动。由题意知,有两种可能。

第一种:当  $\lambda_1=d=0.6$  m 时,  $v_1=\frac{\lambda_1}{T}=\frac{0.6}{0.2}$  m/s=3 m/s, (2分)

第二种:当  $\lambda_2=2d=1.2$  m 时,  $v_2=\frac{\lambda_2}{T}=\frac{1.2}{0.2}$  m/s=6 m/s。 (2分)

②由题图乙可知, $t=0$  时, $M$  端振动方向向下,绳上  $N$  点第五次到达波峰位置的时间:

$$t=\frac{d}{v}+\frac{3}{4}T+4T, (2分)$$

$$\text{当 } v_1=3 \text{ m/s 时, } t_1=\frac{d}{v_1}+\frac{3}{4}T+4T=1.15 \text{ s}, (2分)$$

$$\text{当 } v_2=6 \text{ m/s 时, } t_2=\frac{d}{v_2}+\frac{3}{4}T+4T=1.05 \text{ s}。 (2分)$$

答案:(1)①AC(选对 2 个得 2 分,漏选得 1 分,错选不得分) ② $\sqrt{3}$ (1分) 沿  $P_1'$ 、 $P_2'$  的光线在界面  $MN$  处发生了全反射(2分)

(2)① $\lambda_1=0.6$  m,  $v_1=3$  m/s 或  $\lambda_2=1.2$  m,  $v_2=6$  m/s ②1.15 s 或 1.05 s

## 2020 年普通高等学校招生统一模拟考试

## 生物答案

题号	1	2	3	4	5	6
答案	B	A	D	C	D	C

1. **解析:**每个细胞中都有肌动蛋白基因,如果能合成肌动蛋白才能说明发生了细胞分化;胰岛素是胰岛 B 细胞合成的唯一降低血糖的激素,能合成胰岛素说明胰岛素基因进行了选择性表达,即细胞发生了分化;酶的活性降低是衰老细胞的特征,不能说明细胞已发生分化;无氧条件下,细胞进行无氧呼吸,释放能量用于合成 ATP,不能说明细胞发生分化。

答案:B

命题点	考查细胞分化、细胞衰老。
创新点	区分细胞的衰老与分化,准确理解细胞分化的实质。

2. **解析:**蓝藻和光合细菌都是原核生物,具有含光合色素的结构,但无叶绿体,A 错误;原核生物的拟核含有 1 个 DNA 分子,呈环状,B 正确;光合酶是蛋白质,在原核生物唯一的细胞器核糖体上合成,C 正确;蓝藻进行水的光解产生  $O_2$ ,光合细菌以  $H_2S$  作为供氢体,生成 S 而不生成  $O_2$ ,D 正确。

答案:A

命题点	考查原核细胞的特点、细胞器的结构和功能以及光合作用的过程。
创新点	比较蓝藻和光合细菌的光合作用过程,结合所学知识解决实际问题。

3. **解析:**“绿叶中色素的提取和分离”实验中,碳酸钙的作用是保护叶绿素,若未加入碳酸钙,则提取到的叶绿素 a(蓝绿色)和叶绿素 b(黄绿色)的量减少,使层析后的滤纸条上的相应色素带变浅,A 正确;噬菌体是病毒,不能用含  $^{32}P$  或  $^{35}S$  的培养基直接培养,需用噬菌体侵染被  $^{32}P$  或  $^{35}S$  标记的大肠杆菌,之后噬菌体再去侵染未被标记的大肠杆菌,B 正确;“性状分离比的模拟”实验中,两个小桶模拟雌雄生殖器官,桶内小球的种类代表配子种类,由于生物体形成的雌雄配子数目不相等,所以两个小桶内小球的总数可以不相同,但每个小桶内的两种小球数量必须相同,C 正确;用斐林试剂检测唾液淀粉酶的水解产物时,需水浴加热,改变了实验中反应体系的温度,会影响实验结果,D 错误。

答案:D

命题点	考查相关实验原理及过程。
创新点	通过生物学实验,考查学生获取、处理信息的能力,锻炼学生的科学思维和实验探究能力。

4. **解析:**幼苗顶端的弯钩能保护幼苗出土,A 正确;在胚芽鞘、芽、幼叶和幼根中,生长素只能从形态学上端运输到形态学下端,也就是单方向地运输,称为极性运输,B 正确;顶勾内侧的生长素浓度过高,受到抑制,C 错误;图 2 显示 *tmk* 突变体的顶勾弯曲度减小,转入 TMK 基因可部分恢复顶勾弯曲,因此可推测 TMK 基因的表达能调控生长素的分布,结合顶勾向内弯曲变大,可知内侧细胞的生长素含量增加,受抑制程度加大,D 正确。

答案:C

命题点	考查生长素的产生、运输和分布。
创新点	以常见的幼苗弯钩现象为情景,考查学生用所学知识解决生产实际问题的能力。

5. **解析:**环境容纳量是由环境条件决定的,不受年龄结构影响,A 错误;诱杀雄性害虫破坏了害虫种群正常的性别比例,降低了害虫种群的出生率,从而使害虫的种群密度明显降低,B 错误;种群呈“S”型增长使种群数量增加,并没有改变群落的丰富度,C 错误;群落中两个物种之间可能存在一种以上的种间关系,如两个物种之间存在捕食和竞争的关系,D 正确。

答案:D

命题点	考查种群的特征和群落的结构。
创新点	分析种群各种特征之间的关系,区分种群密度与群落的丰富度。

6. **解析:**基因突变是不定向的,可以产生一个或以上的等位基因, A 错误;利用东乡野生稻进行育种,体现了生物多样性的直接价值, B 错误;自然选择是定向的,决定了生物进化的方向, C 正确;保护江西东乡野生稻的最有效措施是就地保护, D 错误。

**答案:** C

命题点	考查现代生物进化理论及生物多样性保护。
创新点	借助东乡野生稻的可利用价值,激发学生保护野生资源的社会责任。

29. **解析:** (1)由净光合速率曲线变化可知, 25 °C 为净光合速率的最适温度,也是黄瓜生长的最适温度;由总光合速率曲线变化可知, 30 °C 为总光合速率的最适温度,也是黄瓜光合作用的最适温度。(2)低于 10 °C 条件下, A、B、D 选项均可导致黄瓜植株的光合速率下降。根吸收水的方式是自由扩散,不是主动运输, C 项错误;低温条件下,植物可利用的光能减少, E 项错误。(3)通过“温度对光合作用和呼吸作用的影响曲线”分析可知,白天适当升温,提高净光合速率,晚上适当降温,减少呼吸作用消耗有机物,使黄瓜植株达到增产的效果。(4)25 °C 时净光合速率最大,因此适合黄瓜植株生长的最适温度是 25 °C。应以 25 °C 为中心,设置一系列温度梯度来验证该结论。

**答案:** (1)25 °C (1 分) 不是 (1 分) (2) ABD (3 分) (3) 白天适当升温,晚上适当降温以保持较高的昼夜温差 (2 分) (4) 实验思路:取生长状况相同的黄瓜植株若干,平均分成 5~6 组,分别置于 20 °C~30 °C 范围内的一系列温度梯度下培养,测量不同温度下的 CO<sub>2</sub> 吸收量,根据测量结果判断最适温度 (3 分) 预期结果:测得 CO<sub>2</sub> 吸收量最高值对应的温度是 25 °C,因此适合黄瓜植株生长的最适温度是 25 °C (2 分)

命题点	考查光合作用和呼吸作用的影响因素。
创新点	分析温度对光合作用和呼吸作用的影响曲线,作出合理解释,并设计验证实验。

评分 细则	第(1)问共 2 分。25 °C (1 分) 不是 (1 分)
	第(2)问共 3 分。ABD (全对得 3 分,答不全,但无错误得 1 分)
	第(3)问共 2 分。白天适当升温,晚上适当降温以保持较高的昼夜温差 (2 分)
	第(4)问共 5 分。实验思路:取生长状况相同的黄瓜植株若干,平均分成 5~6 组,分别置于 20 °C~30 °C 范围内的一系列温度梯度下培养,测量不同温度下的 CO <sub>2</sub> 吸收量,根据测量结果判断最适温度。(3 分) 预期结果:测得 CO <sub>2</sub> 吸收量最高值对应的温度是 25 °C,因此适合黄瓜植株生长的最适温度是 25 °C (2 分)

30. **解析:** (1)体温调节中枢位于下丘脑,呼吸中枢位于脑干。(2)效应 T 细胞攻击靶细胞,使之裂解释放病毒,浆细胞产生的抗体与病毒结合,进而被吞噬细胞吞噬、消灭。(3)腺病毒含双链 DNA,新型冠状病毒含单链 RNA,因此 RNA 经过逆转录形成 DNA,才能构建重组腺病毒。该疫苗在人体内需要经过转录和翻译,表达出我们看到的新型冠状病毒表面毒刺的那一段(即 S 蛋白抗原),才会引起免疫反应。人体内的记忆细胞会对这种毒刺产生免疫记忆,一旦有真正的病毒侵入人体,该细胞会迅速增殖分化,从而快速产生大量的抗体消灭病毒。

**答案:** (1)下丘脑、脑干 (2 分) (2)效应 T 细胞 (1 分) 浆细胞 (1 分) (3)逆转录 (1 分) 转录和翻译 (1 分) 记忆 (1 分) 增殖分化 (1 分)

命题点	考查神经调节、免疫调节。
创新点	以新型冠状病毒肺炎为情景,考查免疫调节的过程及免疫学的应用,以及关爱健康的社会责任。



评分细则	第(1)问共 2 分。下丘脑、脑干(2 分)
	第(2)问共 2 分。效应 T 细胞(1 分) 浆细胞(1 分)
	第(3)问共 4 分。逆转录(1 分) 转录和翻译(1 分) 记忆(1 分) 增殖分化(1 分)

31. 解析:(1)由于光照的影响,水体不同深度分布着不同种类的植物,体现了群落的分层现象,植物可以为动物提供栖息空间和食物条件。(2)由于摄入量=同化量+粪便量,所以螺类的同化量小于摄入量;同化量中的能量大部分用于呼吸消耗,只有少部分用于生长、发育和繁殖。(3)大量捕捞鲤鱼后,由于螺类的大量繁殖,会使浮游藻类大量减少,藻类与沉水植物是竞争关系,水体下层光照强度增强,所以沉水植物会大量繁殖。(4)恢复黑鱼种群与捕捞鲤鱼的效果相同,都会使沉水植物大量繁殖。

答案:(1)分层(1 分) 栖息空间和食物条件(1 分) (2)摄入量除包括同化量外,还有粪便量被分解者利用(1 分) 生长、发育和繁殖(1 分) (3)升高(1 分) 大量捕捞鲤鱼后,螺类大量繁殖使浮游藻类大量减少,水体下层光照强度增强,导致沉水植物大量繁殖(2 分) (4)重建黑鱼种群(或适当增加黑鱼数量)(1 分)

命题点	考查群落的结构、生态系统的能量流动及稳定性。
创新点	以淡水生态系统为情景,考查学生获取、处理信息的能力,以及解决生产实际问题的能力。

评分细则	第(1)问共 2 分。分层(1 分) 栖息空间和食物条件(1 分)
	第(2)问共 2 分。摄入量除包括同化量外,还有粪便量被分解者利用(1 分) 生长、发育和繁殖(1 分)
	第(3)问共 3 分。升高(1 分) 大量捕捞鲤鱼后,螺类大量繁殖使浮游藻类大量减少,水体下层光照强度增强,导致沉水植物大量繁殖(2 分)
	第(4)问共 1 分。重建黑鱼种群(或适当增加黑鱼数量)(1 分)

32. 解析:(1)黑体长硬毛雌果蝇与灰体长硬毛雄果蝇杂交, $F_1$  中雌、雄果蝇全为灰体,则针对体色性状(相关基因用 A、a 表示)的基因位于常染色体上,亲代基因型可表示为  $aa^{\text{♀}} \times AA^{\text{♂}}$ ;  $F_1$  中雌性只有长硬毛,雄性长硬毛:短硬毛=1:1,则针对硬毛性状(相关基因用 R、r 表示)的基因位于 X 染色体上,亲代基因型可表示为  $X^R X^r \times X^R Y$ 。(2)染色体上某个基因缺失引起果蝇的性状发生改变而成为缺刻翅个体,雄性中不存在缺刻翅个体,可知这种变异类型属于染色体结构变异,相当于伴 X 染色体显性遗传,相关基因用 H、h 表示。由于雌性中纯合子致死,因此缺刻翅雌果蝇的基因型可表示为  $X^H X^h$ ,正常翅雄果蝇的基因型为  $X^h Y$ ,杂交得  $F_1$  的基因型为  $X^H X^h$ 、 $X^h X^h$ 、 $X^H Y$ (死亡)、 $X^h Y$ , $F_1$  雌果蝇产生的配子类型及比例为  $X^H : X^h = 1 : 3$ , $F_1$  雄果蝇产生的配子类型及比例为  $X^h : Y = 1 : 1$ , $F_1$  中雌、雄果蝇自由交配得到的  $F_2$  的基因型及比例为  $X^H X^h : X^H Y : X^h X^h : X^h Y = 1 : 1 : 3 : 3$ ,其中  $X^H Y$  致死,所以  $F_2$  的表现型及比例为缺刻翅雌:正常翅雌:正常翅雄=1:3:3。(3)该品系的出现是由某一基因发生隐性突变造成的,若与黑体为同一基因突变,设黄体果蝇的基因型为  $a_1 a_1$ ,将黄体果蝇( $a_1 a_1$ )与黑体果蝇( $aa$ )杂交,子代基因型为  $a_1 a$ ,表现为黄体或黑体。若该品系的出现与黑体不是同一基因突变的结果,设黄体突变基因为 b,则野生型的基因型为 AABb,黄体的基因型为 AA $bb$ ,黑体的基因型为 aaBB,则黄体与黑体杂交,子代基因型为 AaBb,表现为野生型。

答案:(1)X(2 分) (2)染色体结构变异(或缺失)(1 分) 缺刻翅雌:正常翅雌:正常翅雄=1:3:3(2 分) (3)黑体(2 分) 子代全为黑体或黄体果蝇(或子代不出现野生型果蝇)(2 分) 子代全为野生型(灰体)果蝇(2 分)

命题点	考查遗传定律、伴性遗传及变异类型。
创新点	以果蝇的三对相对性状遗传为情景,考查遗传方式的判断和相关计算,以及科学探究能力。

评分细则	第(1)问共 2 分。X(2 分)
	第(2)问共 3 分。染色体结构变异(或缺失)(1 分) 缺刻翅雌:正常翅雌:正常翅雄=1:3:3(2 分)
	第(3)问共 6 分。黑体(2 分) 子代全为黑体或黄体果蝇(或子代不出现野生型果蝇)(2 分) 子代全为野生型(灰体)果蝇(2 分)

37. **解析:**(1)通过选择培养增加 BDP 分解菌的浓度,以确保能够从样品中分离到该菌。涂布接种前需要进行梯度稀释。(2)淀粉酶能水解淀粉,淀粉水解产物滴加碘液后不变蓝,因此会出现以 BDP 分解菌为中心的透明圈。凝胶色谱法是根据相对分子质量的大小分离蛋白质,所用的凝胶实际上是微小的多孔球体,这些小球体大多数由多糖类化合物构成。(3)酶分子很小,容易从包埋材料中漏出,适宜采用化学结合和物理吸附法固定化。若使用的海藻酸钠浓度过高或操作时针筒离液面过近使高度不够,实验制得的凝胶珠则不是圆形或椭圆形。

**答案:**(1)选择(或富集)(2分) 梯度稀释(2分) (2)透明圈(2分) 相对分子质量的大小(2分) 多糖类化合物(2分) (3)化学结合和物理吸附(2分) 海藻酸钠浓度过高(或针筒离液面过近使高度不够)(3分)

命题点	考查微生物的分离、蛋白质分离及固定化技术。
创新点	以新型生物降解塑料为情景,剖析微生物的分离步骤及鉴别方法、蛋白质分离原理以及固定化技术的操作注意事项。

评分细则	第(1)问共 4 分。选择(或富集)(2分) 梯度稀释(2分)
	第(2)问共 6 分。透明圈(2分) 相对分子质量的大小(2分) 多糖类化合物(2分)
	第(3)问共 5 分。化学结合和物理吸附(2分) 海藻酸钠浓度过高(或针筒离液面过近使高度不够)(3分)

38. **解析:**(1)精子获能后才具有受精能力。精子穿越透明带接触卵细胞膜,发生透明带反应,精子入卵后,发生卵细胞膜反应,两种反应均阻止多精入卵。(2)基因表达载体包括目的基因、启动子、终止子等,题干中的目的基因是血清白蛋白基因,需与受体中乳腺蛋白基因的启动子等调控组件重组才能进行转录。需要培育乳腺生物反应器,即能产奶的母牛,因此选择受精卵甲作为受体细胞。用于移植的胚胎应发育到桑椹胚或囊胚阶段。(3)给受体注射激素使其与供体同期发情,以使受体处于适合的生理状况,有利于接受移植来的胚胎。受体对外来胚胎基本上不发生免疫排斥反应,能保证胚胎在受体内存活。(4)SRV基因是 Y 染色体上的性别决定基因。将细胞内 DNA 提取出来,用 SRV 基因探针进行检测,可以确定是否为雄性,该方法采用了 DNA 分子杂交技术。

**答案:**(1)获能(1分) 透明带反应、卵细胞膜反应(2分) (2)乳腺蛋白基因(2分) 甲(2分) 桑椹胚或囊胚(2分) (3)同期发情(2分) 免疫排斥反应(2分) (4)DNA 分子杂交(2分)

命题点	考查基因工程、胚胎工程。
创新点	以畜牧生产中性别控制的应用为情景,分析体外受精技术、基因表达载体构建、胚胎移植及性别鉴定方法。

评分细则	第(1)问共 3 分。获能(1分) 透明带反应、卵细胞膜反应(2分)
	第(2)问共 6 分。乳腺蛋白基因(2分) 甲(2分) 桑椹胚或囊胚(2分)
	第(3)问共 4 分。同期发情(2分) 免疫排斥反应(2分)
	第(4)问共 2 分。DNA 分子杂交(2分)