

机密★启用前(全国卷)

华大新高考联盟 2021 届高三 1 月教学质量测评

## 理科综合能力测试

命题: 华中师范大学考试研究院

本试题卷共 12 页。全卷满分 300 分, 考试用时 150 分钟。

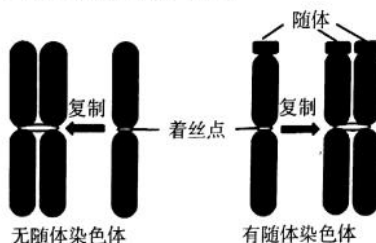
### 注意事项:

- 答卷前, 考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
- 回答选择题时, 选出每小题答案后, 用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。
- 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 N 14 O 16 Cl 35.5 Co 59 Mo 96


一、选择题: 本题共 13 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。

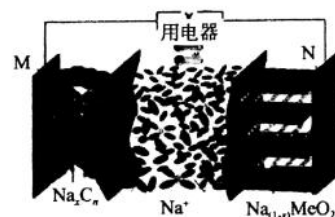
- 在植物发育过程中, 分生组织细胞中的前质体能够根据细胞所处位置和接受光照程度分化形成功能各异的质体, 如叶绿体、淀粉质体、白色体等。下列说法错误的是
  - 前质体的分化发生于细胞分化过程中
  - 前质体的分化过程受内外因素的影响
  - 前质体的分化使质体功能趋向专门化
  - 前质体的分化状态在自然条件下可逆转
- 下列实验不需要借助光学显微镜可直接观察的是
  - 用双缩脲试剂鉴定组织样液中的蛋白质
  - 花生子叶切片中脂肪颗粒的染色鉴定
  - 观察蚕豆根尖分生组织细胞的有丝分裂
  - 培养液中酵母菌种群数量的抽样计数
- 随体是位于染色体末端的染色体片段, 人体细胞中的 13、14、15、21 和 22 号染色体为有随体染色体, 其余为无随体染色体。不考虑任何变异, 下列关于人类精子形成过程中的随体变化的说法错误的是
  - 精原细胞中的随体在其减数分裂间期随染色体复制而复制
  - 随体在减数第一次分裂结束时平均分配到两个子细胞中
  - 次级精母细胞中的随体数量在染色体着丝点分裂时加倍
  - 通过减数分裂形成的每个精子中含有 5 条有随体染色体
- 胎盘细胞在特定时期产生的 RNA 会进入孕妇血浆中, 形成孕妇血浆胎儿游离 RNA (cffRNA); cffRNA 可用于产前诊断。下列说法错误的是
  - cffRNA 通过胎盘细胞特定基因的转录形成
  - cffRNA 能够在孕妇血浆中稳定存在一段时间
  - cffRNA 若被全部提取可获得胎儿的全部遗传信息
  - cffRNA 可作为某些人类遗传病诊断和检测的标志物
- 体外实验研究发现, 培养液中的胰岛素促进了单个胰岛 B 细胞的分泌活动, 却抑制了胰岛整体分泌胰岛素过程。下列说法错误的是
  - 胰岛通过分泌胰岛素和胰高血糖素来调节血糖水平
  - 胰岛素能作用于胰岛 B 细胞的结构基础是胰岛素受体



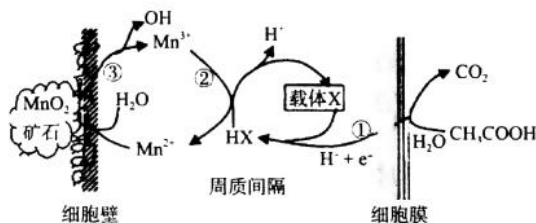
- C. 胰岛素调节胰岛分泌活动可以不受胰岛内其他细胞的影响  
D. 胰岛素可通过调节胰岛整体的分泌活动来维持体内该激素水平
6. P、Q 两种细菌均能在基本培养基上生长, 若将 P、Q 两菌单独放入含抗生素 X 的培养基上培养, 发现 P 菌能正常生长, Q 菌不能生长; 若将两菌混合放入含有抗生素 X 的培养基上培养, 发现二者均能正常生长。据此推测, 下列说法错误的是
- A. 单独培养时, P 菌具有抗生素 X 抗性而 Q 菌则无  
B. 混合培养时, 抗生素 X 可能诱导 Q 菌产生了相应抗性基因  
C. 混合培养时, Q 菌可能整合了 P 菌的抗性基因而获得相应抗性  
D. 混合培养时, Q 菌可能因抗生素 X 被 P 菌降解而得以正常生长
7. “农谚”中不仅包含着我国劳动人民的智慧结晶, 而且蕴含着科学文化知识。针对农谚“雷雨发庄稼”“豆茬种谷, 必定有福”, 下列说法正确的是
- A. “雷雨发庄稼”强调雨水的重要性  
B. “豆茬种谷”属于立体种植, 便于植物光合作用  
C. 农谚中涉及自然固氮的过程  
D. 农谚中未涉及氧化还原反应
8. 下列实验装置及对应的实验操作能够达到实验目的的是

A	B	C	D
亚硫酸钠与 70% 的 $H_2SO_4$ 溶液反应制备 $SO_2$	配制 90mL $NaCl$ 溶液, 定容后需盖上玻璃塞左右用力摇匀	密闭条件下收集 $Cl_2$	制蒸馏水(温度计可以省略), 用锥形瓶接收

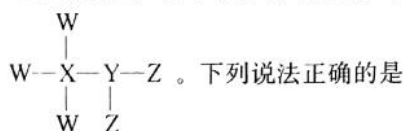
9. 2020 年南开大学周其林团队研究手性螺环化合物成绩突出, 荣获国家自然科学基金一等奖。已知连有 4 个不同基团的 C 原子称为手性 C 原子。螺环化合物 X () 是一种重要的有机催化剂, 下列关于 X 的说法正确的是
- A. 与丙苯互为同分异构体  
B. 仅含有 2 个手性碳原子  
C. 所有 C 原子有可能共平面  
D. 一氯代物共有 3 种(不考虑立体异构)
10. 中科院 HiNa 公司研发的可充电的“钠离子电池”被欧盟评价为“锂电的性能、铅酸的价格”。若放电的总反应为  $Na_xC_n + Na_{(1-x)}MeO_2 \rightleftharpoons nC + NaMeO_2$  (Me 为某元素符号), 六氟磷酸钠充当电解液, 其放电原理如图所示。该电池放电时, 下列说法正确的是
- A. 电流方向为  $N \rightarrow$  用电器  $\rightarrow M \rightarrow$  电解液  $\rightarrow N$   
B.  $Na^+$  移向 M 电极  
C. 正极反应为  $NaMeO_2 - xe^- \rightleftharpoons Na_{(1-x)}MeO_2 + xNa^+$   
D. 转移 1 mol 电子时, 有 1 mol  $Na_xC_n$  被还原
11. 海洋深处存在一种海生假单胞菌, 可以在无氧条件下通过微生物产生的醋酸与含  $MnO_2$  的矿石反应生成  $Mn^{2+}$ , 其反应过程如图所示。下列说法正确的是



- A. 生成 22.4 L  $\text{CO}_2$  时, 转移电子为 4 mol  
 B. 过程①中既有极性键和非极性键断裂, 又有极性键和非极性键生成  
 C. 过程②③总反应为  $\text{MnO}_2 + 2\text{HX} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{X} + 2\text{OH}^-$   
 D. 升高温度, 能够加快反应速率

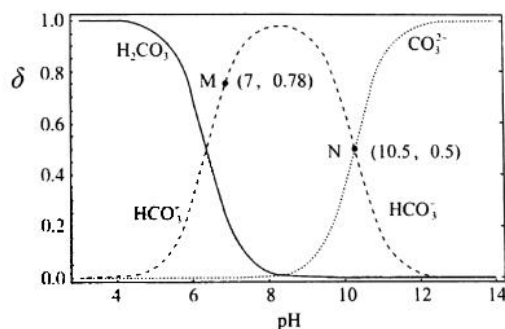


12. 已知 W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素, W 与 X、Y、Z 均能够形成 10 电子化合物, 其中 Y 的氢化物易与其最高价氧化物的水化物发生化合, W、X、Y、Z 可以形成化合物 G, G 的结构为



- A. 简单离子半径:  $\text{Z} > \text{Y}$   
 B. W、Y、Z 三种元素形成的化合物中只可能含有共价键  
 13. 室温下, 向 20.00 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中逐滴滴加  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  稀盐酸, 测得不同 pH 条件下不同含碳微粒的分布系数 [如  $\text{CO}_3^{2-}$  的分布系数  $\delta(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-)}$ ] 如图所示 (不考虑  $\text{CO}_2$  的溶解和逸出)。下列说法正确的是

- B. W 与 X、Y 均能够形成 18 电子的化合物  
 D. G 分子中各原子均达到 8 电子稳定结构



- A.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中有  $c(\text{OH}^-) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+)$   
 B. M 点溶液显中性,  $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{Cl}^-)$   
 C. pH=5 与 pH=9 的溶液中水的电离程度相同  
 D.  $\text{H}_2\text{CO}_3$  的  $K_{a2} > 1.0 \times 10^{-11}$ , pH=11 的溶液比 pH=6 的溶液导电能力强

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. 口罩是人们抗击新冠病毒的一种有效防护物品。普通一次性口罩一般有三层, 对病毒起阻隔作用的主要是中间层, 该层为熔喷无纺布, 其经过高压静电处理后能在较长时间内带有静电, 堪称口罩的“心脏”。下列说法正确的是

- A. 熔喷无纺布的导电性强  
 B. 熔喷无纺布经静电处理后其纤维更加紧密  
 C. 熔喷无纺布能吸附带有病毒的粉尘  
 D. 潮湿的环境会增强口罩对病毒的隔离性能

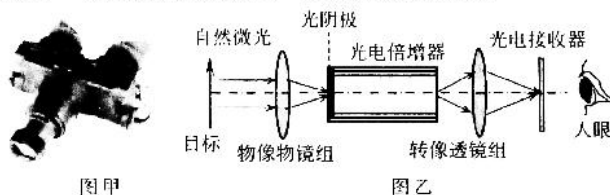
15. 如图所示, 一个同学用一轻质的拉杆拉着行李箱 (拉杆可绕与行李箱的连接点自由转动) 在宽阔的水平路面上沿直线行走。已知该同学用最小的拉力让行李箱保持匀速运动, 不考虑空气的阻力。下列说法正确的是

- A. 拉杆对行李箱的作用力方向不一定沿拉杆方向  
 B. 拉杆对行李箱的拉力与行李箱受到地面的摩擦力的合力不一定沿竖直方向  
 C. 不改变拉力大小, 只改变拉力方向, 行李箱可能做加速运动  
 D. 不改变拉力大小, 只改变拉力方向, 行李箱一定做减速运动



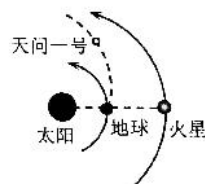
16. 如图甲所示为一种微光夜视仪, 它是利用夜间目标反射的低亮度自然光, 经物像透镜组聚焦于像增强器的光阴极面, 激发出光电子; 光电子经光电倍增器加速, 再聚焦、成像、放大, 从而把一个只被微弱自然光

照明的远方目标变成适于人眼观察的可见光图像,实现更有效地目视观察(过程示意图如图乙所示)。已知光阴极面材料的逸出功为  $W$ ,普朗克常量为  $h$ 。下列说法正确的是



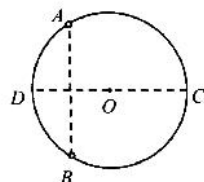
- A. 微光夜视仪与红外线夜视仪的原理相同  
 B. 用微光夜视仪观察目标时光阴极带负电  
 C. 从光阴极面逸出光电子的最大初动能可能等于  $W$   
 D. 微光夜视仪遇强闪光时会有晕光现象,是因为入射光阴极面的微光频率大

17. 2020年7月23日,我国成功发射了“天问一号”火星探测器。如图所示,已知火星与地球均绕太阳在同一平面内沿同一方向做匀速圆周运动,火星绕太阳的公转轨道半径是地球的1.5倍。为了节省燃料,通常选择地球与火星最近时(地球位于太阳与火星之间,且三者共线)为最佳发射期。则下一个火星探测器的最佳发射期至少要经过约



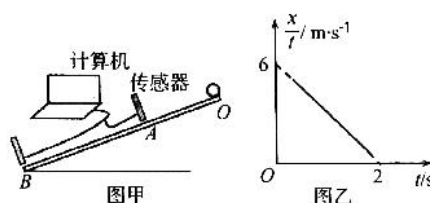
- A. 1.2年                      B. 1.8年                      C. 2.2年                      D. 2.8年

18. 如图所示, $O$ 点是竖直平面内圆的圆心, $A$ 、 $B$ 、 $C$ 三点将圆三等分, $CD$ 是圆的水平直径,在 $A$ 、 $B$ 两点分别固定等量的正点电荷。下列说法正确的是



- A.  $D$ 、 $O$ 、 $C$ 三点的电势大小关系为  $\varphi_D = \varphi_O = \varphi_C$   
 B. 一个电子可以在 $A$ 、 $B$ 两点电荷的电场中做圆周运动  
 C. 将一个电子从 $C$ 点静止释放,电子从 $C$ 点沿直线到 $D$ 点的过程中所受的电场力先减小后增大  
 D. 将很多质子以相同的初动能从 $O$ 点沿圆周平面向各个方向发射,从 $D$ 点离开圆周时质子的动能最小

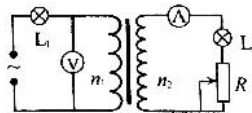
19. 物理学中有一些经典实验通过巧妙的设计使用简陋的器材揭示了深刻的物理本质。伽利略的斜面实验揭示了匀变速直线运动规律。某同学用现代实验器材改进伽利略的经典斜面实验。如图甲所示,他让一小球从固定斜面顶端 $O$ 处静止释放,小球经过 $A$ 处到达斜面底端 $B$ 处,通过 $A$ 、 $B$ 两处安装传感器测出 $A$ 、 $B$ 间的距离 $x$ 及小球在 $AB$ 段运动的时间 $t$ 。改变 $A$ 点及 $A$ 处传感器的位置,重复多次实验,计算机作出 $\frac{x}{t}-t$ 图像如图乙所示。下列说法正确的是



计算机作出  $\frac{x}{t}-t$  图像如图乙所示。下列说法正确的是

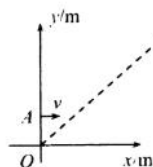
- A. 小球在斜面上运动的平均速度大小为  $6 \text{ m/s}$   
 B. 小球运动到斜面底端时速度大小为  $6 \text{ m/s}$   
 C. 小球在斜面上运动的加速度大小为  $6 \text{ m/s}^2$   
 D. 小球在斜面上运动的时间为  $2 \text{ s}$

20. 在如图所示的电路中,理想变压器原、副线圈的匝数之比为  $1:2$ ,两个相同灯泡的电阻和滑动变阻器接入电路中的有效阻值均为  $R = 5 \Omega$ (不考虑灯泡电阻随温度的变化),两电表均为理想交流电表,电源输出电压的表达式为  $u = 120\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V})$ 。下列说法正确的是



- A.  $L_1$ 、 $L_2$  两灯泡消耗的功率之比为  $2:1$   
 B. 电流表的示数为  $8 \text{ A}$   
 C. 电源的输出功率为  $1900 \text{ W}$   
 D. 当滑动变阻器的滑片向下滑动,电压表的示数变大

21. 如图所示,  $xOy$  坐标系的第一象限内  $y$  轴与直线  $y = x (x \geq 0)$  之间的部分区域内存在垂直纸面向里的磁感应强度  $B = 0.5 \text{ T}$  的有界匀强磁场。从  $y$  轴上的  $A$  点  $(0, \sqrt{2} - 1)$  沿  $x$  轴正方向射出许多速率不同的相同带正电的粒子。已知粒子速率范围为  $0 < v \leq 10^2 \text{ m/s}$ , 且最大速率的粒子恰好不从磁场右边界穿出。不计粒子的重力及电荷间相互作用力, 下列说法正确的是



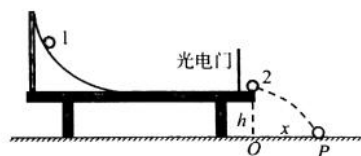
- A. 所有粒子在磁场中运动的时间相同  
B. 粒子的比荷为  $2 \times 10^2 \text{ C/kg}$   
C. 磁场区域的最小面积为  $\pi \text{ m}^2$   
D. 粒子从直线  $y = x$  处运动时间  $\pi \times 10^{-2} \text{ s}$  射出磁场

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)

如图所示, 在水平桌面的左端固定一个圆弧槽滑道, 滑道的末端与水平桌面相切。桌面的右端附近固定一个光电门。直径为  $d$ 、质量为  $m_1$  的小球 1 从圆弧槽上某处静止释放, 下滑到水平桌面后向右运动通过光电门与静止在桌面右边缘的质量为  $m_2$  的小球 2 发生正碰, 碰后小球 1 向左弹回, 小球 2 离开桌面做平抛运动。实验中测出小球 1 连续两次通过光电门的时间分别为  $t_1$ 、 $t_2$ , 桌面离水平地面高度为  $h$ , 小球 2 碰后做平抛运动的水平距离为  $x$ 。

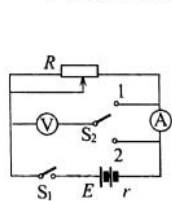


(1) 若两球的碰撞为弹性碰撞, 则两球的质量大小关系应满足  $m_2$  \_\_\_\_\_  $m_1$  (填“<”“>”或“=”)。

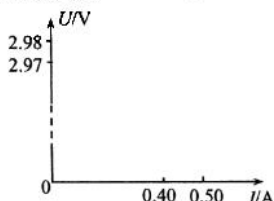
(2) 改变小球 1 在圆弧槽上静止释放的位置, 重复实验, 实验中测出多组  $t_1$ 、 $t_2$  与  $x$  的数据。若要验证两小球在碰撞过程中动量守恒, 以  $x$  为横轴, 以 \_\_\_\_\_ 为纵轴, 作出的图像为线性图像。已知重力加速度为  $g$ , 若线性图像(直线)的斜率  $k =$  \_\_\_\_\_, 则可验证两小球在碰撞过程中动量守恒。

23. (10 分)

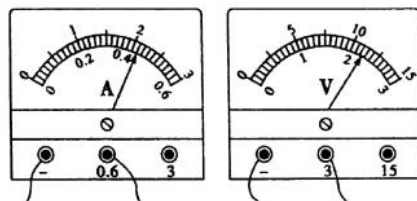
某实验小组用图甲所示的电路测量两节电池的电动势与内阻。实验时先将滑动变阻器接入电路中的有效阻值调到最大, 闭合开关  $S_1$ , 再将单刀双掷开关  $S_2$  接 1, 改变滑动变阻器滑片的位置, 测出一组电压表的示数  $U$  及相应的电流表的示数  $I$ , 用测量数据在图乙中作出  $U-I$  的线性图像; 然后将单刀双掷开关  $S_2$  接 2, 重复以上操作, 用测量数据在图乙中作出  $U-I$  的线性图像。已知两次作出的线性图像与纵轴的交点分别为  $2.97 \text{ V}$ 、 $2.98 \text{ V}$ , 与横轴的交点分别为  $0.40 \text{ A}$ 、 $0.50 \text{ A}$ 。



图甲



图乙



图丙

(1) 某次测量时两电表的示数分别如图丙所示, 则  $I =$  \_\_\_\_\_  $\text{A}$ ,  $U =$  \_\_\_\_\_  $\text{V}$ ;

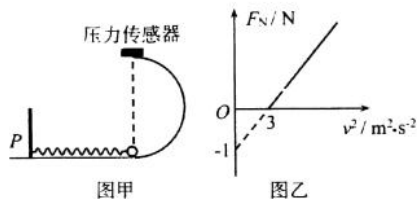
(2) 若两电表均为理想电表, 在图乙中作出电源的  $U-I$  图线, 并求电源电动势  $E$  与内阻  $r$  的较准确的测量值,  $E =$  \_\_\_\_\_  $\text{V}$ ,  $r =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ ; (结果均保留三位有效数字)

(3) 通过对实验数据的分析与处理, 他们同时还测出了所用电流表的内阻  $R_A$  与电压表的内阻  $R_V$ 。则  $R_A =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ ,  $R_V =$  \_\_\_\_\_  $\text{k}\Omega$ 。(结果均保留三位有效数字)

24. (12 分)

如图甲所示, 光滑半圆环轨道固定在竖直平面上, 最低点与光滑水平面平滑连接, 一长度与半圆轨道直径相等的轻弹簧左端固定在高  $h = 0.4 \text{ m}$  的固定竖直挡板  $P$  上, 弹簧的右端在半圆轨道的最低点处。将一小球(可视为质点)置于弹簧的右端(与弹簧接触但不连接)并向左压缩弹簧, 然后静止释放, 小球被弹簧弹开

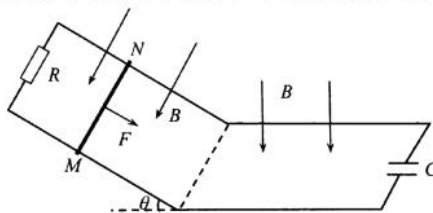
后进入半圆轨道运动,多次重复,每次弹簧的压缩量不同。通过固定在半圆轨道最高点处的压力传感器与速度传感器(甲图中未画出)测出小球对轨道的压力大小  $F$ 、与此处小球速度的平方  $v^2$  的关系如图乙所示。已知当某次弹簧的压缩量为  $x=0.1\text{ m}$  静止释放小球后,小球恰能经过挡板  $P$  的上端,重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ ,不计空气阻力。求:



- (1) 小球的质量  $m$  与半圆轨道的半径  $r$ ;
- (2) 弹簧的劲度系数  $k$ 。

25. (20分)

如图所示,电阻不计、间距  $L=1\text{ m}$  的两平行金属导轨,左边部分置于倾角  $\theta=37^\circ$  的绝缘斜面上,右边置于绝缘的水平面上,导轨的左、右两部分在斜面底端用绝缘物质平滑连接,其中两导轨的水平部分光滑且足够长。两导轨的左端接一阻值为  $R=0.8\ \Omega$  的电阻,右端接一电容  $C=0.4\text{ F}$  的电容器。导轨的斜面部分处于垂直斜面向下的匀强磁场中,水平部分处于竖直向下的匀强磁场中,两磁场的磁感应强度大小相同。将一质量为  $m=0.4\text{ kg}$ 、电阻  $r=0.2\ \Omega$  的金属棒  $MN$  垂直置于左边两导轨上且与斜面底端的距离  $x=1.0\text{ m}$  处,金属棒恰好不下滑,已知最大静摩擦力大小等于滑动摩擦力大小。现给金属棒一个沿斜面向下的拉力  $F$  使金属棒从静止开始运动,拉力  $F$  的大小与金属棒运动的速度  $v(\text{m/s})$  大小关系为  $F=1.0v+0.8(\text{N})$ ,测得电阻  $R$  两端的电压随时间均匀增大,当金属棒运动到斜面底端时撤去拉力  $F$ 。已知整个过程中电容器不会击穿,重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ , $\sin 37^\circ=0.6$ , $\cos 37^\circ=0.8$ ,求:



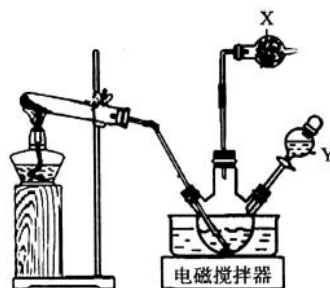
- (1) 金属棒与斜面导轨间的动摩擦因数  $\mu$ ;
- (2) 匀强磁场的磁感应强度大小  $B$ ;
- (3) 金属棒的最终速度大小  $v$ 。

26. (14分)

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  是科研、化工上常用的化学试剂,水溶液中存在  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 \rightleftharpoons [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + 3\text{Cl}^-$ ,在强碱热溶液中可以生成  $\text{NH}_3$ 。下面是  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  的制备及生成物组成的测定实验,回答下列问题:

### I. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的制备

如图所示,在三颈烧瓶中将  $6.0\text{ g CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体溶解在氯化铵溶液中,并加入适量的活性炭作催化剂,通入氨气并逐滴滴加  $5\%$   $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液,加热到  $40^\circ\text{C}$  并搅拌,会有橙黄色晶体  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  析出。



- (1) 仪器  $X$  的名称为\_\_\_\_\_ ,放入的化学试剂为\_\_\_\_\_。
- (2) 装置中制备氨气时不宜选取  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  与  $\text{NaOH}$  反应,原因是\_\_\_\_\_ (答 1 条即可)。

- (3) 写出生成  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  的化学方程式:\_\_\_\_\_。
- (4) 充分反应后,某学生实验得到  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  的实际质量为  $3.72\text{ g}$ ,比理论值少\_\_\_\_\_  $\text{g}$ 。

### II. 三氯化六氨合钴(III)组成的测定

#### (5) 氨的测定

准确称取  $0.2\text{ g } [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  在热强碱下反应生成氨气,产生的氨气被  $\text{H}_3\text{BO}_3$  溶液完全吸收,滴加  $5\sim 6$  滴甲基红溴甲酚蓝指示剂,再用标准的盐酸滴定吸收了氨气的  $\text{H}_3\text{BO}_3$  溶液即可得出氨的含量(已知:  $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{BO}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_3\text{BO}_3$ ;  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_3\text{BO}_3$ )。下列操作(其他步骤操作均正确)会造成氨的测定值偏高的是\_\_\_\_\_ (填字母代号)。

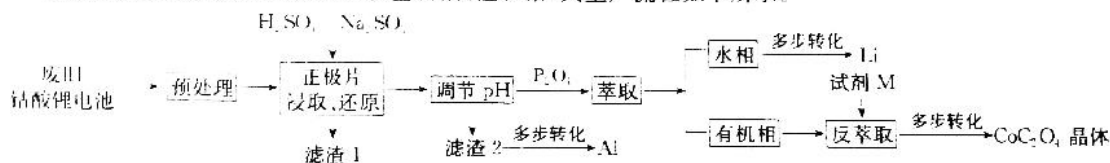
- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| a. 滴定结束时仰视读数           | b. 锥形瓶清洗后未干燥      |
| c. 滴定前滴定管中含有气泡,滴定结束无气泡 | d. 未使用标准盐酸溶液润洗滴定管 |

(6) 氯的测定

用标准  $\text{AgNO}_3$  溶液通过沉淀滴定法测定  $\text{Cl}^-$  的量, 适宜选取\_\_\_\_\_作指示剂, 滴定终点现象为\_\_\_\_\_ (已知  $K_{sp}(\text{AgBr})=1.9 \times 10^{-13}$ 、 $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=2.0 \times 10^{-12}$ 、 $K_{sp}(\text{AgCl})=1.8 \times 10^{-10}$ ,  $\text{AgBr}$  为黄色沉淀,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  为砖红色沉淀)。

27. (11分)

通过废旧的钴酸锂电池可以回收金属铝、锂和钴, 其生产流程如下所示。



已知: ①钴酸锂电池正极材料为  $\text{LiCoO}_2$ 、炭黑及铝片; ②  $K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3]=1.0 \times 10^{-33}$ 。

回答下列问题:

- (1) 电池“预处理”时需要将电池完全放电, 原因是\_\_\_\_\_。
- (2) 不溶性的  $\text{LiCoO}_2$  在“浸取、还原”过程中发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。
- (3) 若溶液中离子浓度为  $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, 认为完全沉淀, 则  $\text{Al}^{3+}$  完全沉淀时溶液的 pH 至少为\_\_\_\_\_。

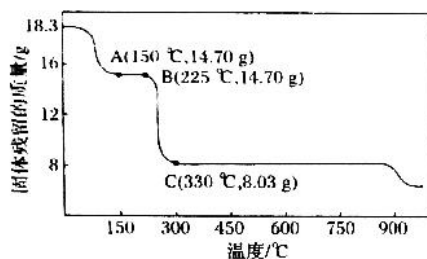
(4)  $\text{P}_2\text{O}_5$  是磷酸酯类, 密度比水小, 是该实验的萃取剂, 通过“反萃取”, 可以循环利用。下列关于“萃取”的说法正确的是\_\_\_\_\_ (填字母代号)。

- 使用一定量  $\text{P}_2\text{O}_5$  萃取时应该将萃取剂分多次萃取, 萃取效率更高
- 分液漏斗使用前一定要检验是否漏液
- 振荡过程中, 需要打开活塞放气
- 萃取后分液时需要先旋开活塞, 再打开上端玻璃塞

(5) “反萃取”时不宜加入烧碱溶液的原因是\_\_\_\_\_;  
反萃取时获取  $\text{P}_2\text{O}_5$  的操作方法是\_\_\_\_\_。

(6)  $\text{CoC}_2\text{O}_4$  是制备钴的重要原料。取  $18.3 \text{ g CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  在空气中受热的质量变化曲线如图所示。

已知曲线中温度高于或等于  $300^\circ\text{C}$  时所得固体为不同的钴氧化物。写出 B→C 点发生反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。



28. (15分)

氢气在富氧条件下催化还原  $\text{NO}_x$  ( $\text{H}_2$ -SCR) 反应在低温时仍具有高活性和选择性, 近年来一直备受研究者关注。回答下列问题:

(1) 已知催化剂铑 (Rh) 表面  $\text{H}_2$  催化还原 NO 的详细反应机理如下表所示, 其他条件一定时, 决定  $\text{H}_2$  催化还原 NO 反应速率的基元反应为\_\_\_\_\_。基元反应  $\text{H}_2 + \text{Rh}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}(\text{s}) + \text{H}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s})$  的焓变  $\Delta H =$ \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 浸渍法合成的 Pt/Al-M-10-A 催化剂对  $\text{H}_2$  还原 NO 反应的响应如下图所示, 由图可知该催化剂对反应产物具有\_\_\_\_\_, 该性质受\_\_\_\_\_的影响。

基元反应	活化能 $E_a$ (kJ/mol)
$\text{H}_2 + \text{Rh}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}(\text{s}) + \text{H}(\text{s})$	12.6
$\text{NO} + \text{Rh}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{s})$	0.0
$\text{NO}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{N}(\text{s}) + \text{O}(\text{s})$	97.5
$\text{N}(\text{s}) + \text{N}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{N}_2 + \text{Rh}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s})$	120.9
$\text{H}(\text{s}) + \text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{OH}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s})$	83.7
$\text{OH}(\text{s}) + \text{H}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s})$	33.5
$\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{Rh}(\text{s})$	45.0
$\text{H}(\text{s}) + \text{H}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{Rh}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s})$	77.8
$\text{NO}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NO} + \text{Rh}(\text{s})$	108.9
$\text{OH}(\text{s}) + \text{Rh}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}(\text{s}) + \text{O}(\text{s})$	37.7

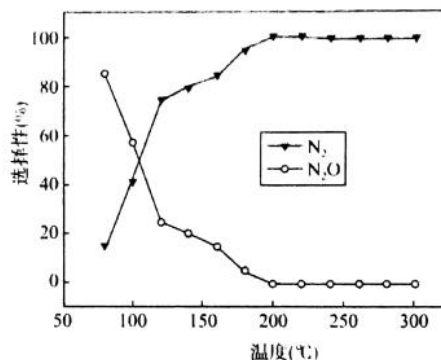
铑表面  $\text{H}_2$  催化还原 NO 的详细反应机理

(3)将  $\text{H}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{O}_2$  按体积比 3 : 2 : 1 充入恒温恒压(200℃、100 kPa)容器中,发生反应:  $4\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  达平衡时,  $\text{N}_2$  的体积分数为 0.1。

①平衡时,  $\text{NO}$  的转化率为 \_\_\_\_\_, 平衡常数  $K_p =$  \_\_\_\_\_ (kPa)<sup>-1</sup> (以分压表示,分压 = 总压 × 物质的量分数)。

②已知该反应  $\Delta H < 0$ , 初始温度、压强和反应物的用量均相同, 下列四种容器中  $\text{NO}$  的转化率最高的是 \_\_\_\_\_ (填字母代号)。

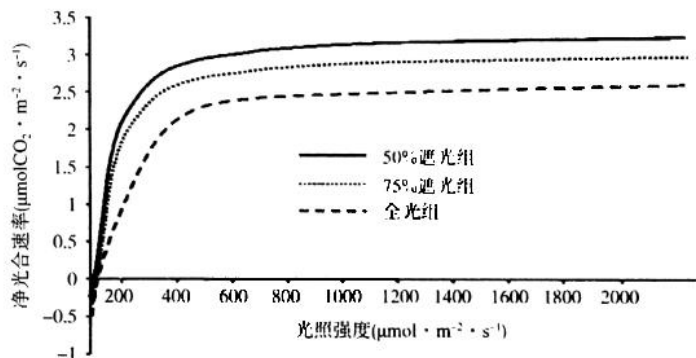
- A. 恒温恒容容器      B. 恒温恒压容器  
C. 恒容绝热容器      D. 恒压绝热容器



(4)1093K 时,  $\text{NO}$  与  $\text{H}_2$  以物质的量 2 : 1 混合, 置于某密闭容器中, 发生化学反应:  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , 实验测得该反应速率方程(以  $\text{N}_2\text{O}$  为基准)为  $v(\text{N}_2\text{O}) = k p^2(\text{NO}) p(\text{H}_2)$ ,  $k = 5.6 \times 10^{-12} \text{Pa}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 某时刻测得体系中  $\text{NO}$  的分压为 2.5 kPa, 则此时的反应速率为 \_\_\_\_\_  $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

29. (9 分)

某研究小组将绣球植株分组并给予不同遮光处理, 一段时间后测定绣球植株叶片在不同光照强度下的净光合速率(实际光合速率 = 净光合速率 + 呼吸速率), 结果如图所示。据图回答下列问题:



(1)晴朗的白天, 绣球植株进行光合作用所固定的  $\text{CO}_2$  来源于 \_\_\_\_\_ (答出两点)。据图分析可知, 科研小组测定的净光合速率是以 \_\_\_\_\_ 来表示。

(2)为了解绣球植株叶片在晴朗白天的实际光合速率, 研究小组还测定了植株叶片的呼吸速率, 具体操作是测定植株叶片 \_\_\_\_\_, 其结果如表。

组别	全光组	50%遮光组	75%遮光组
呼吸速率( $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	0.53	0.36	0.41

(3)根据上述图表结果推测, 绣球植株叶片适应遮光环境的机制可能是 \_\_\_\_\_, 从而保证植株在遮光环境中的正常生长。

30. (10 分)

褪黑素是一种由松果体腺分泌的小分子激素, 能够调节机体免疫和睡眠作用。研究小组采用小鼠口服褪黑素方法对其调节免疫的功能进行研究, 结果如表。回答下列问题:

测定指标 组别	脾淋巴细胞增殖能力 (相对值)	NK 淋巴细胞活性 (相对值)	抗体生成细胞数量 (相对值)
对照组	1	1	1
低剂量组	1.31	1.62	1.05
高剂量组	1.05	1.16	1.03



(1)实验前,小鼠体内的褪黑素经体液运输至全身各处,调节着小鼠自身免疫功能。据表中信息分析,褪黑素可能作用的细胞有\_\_\_\_\_。(答出两种即可)。

(2)体内的NK淋巴细胞能够识别并消除肿瘤或病毒感染的细胞,说明NK淋巴细胞能参与\_\_\_\_\_免疫过程。据表结果分析,褪黑素对机体免疫能力的调节作用与其\_\_\_\_\_有关。

(3)综合上述分析,推测褪黑素能够增强机体免疫能力的机理是\_\_\_\_\_。

(4)研究发现,褪黑素还能调节小鼠睡眠时间。请利用以下实验材料及用具,设计实验探究褪黑素对小鼠睡眠的影响。简要写出实验设计思路并预期实验结果。

实验材料及用具:睡眠情况相同的健康小鼠若干只,一定剂量的褪黑素溶液,生理盐水,计时器等。

实验设计思路:\_\_\_\_\_。

预期结果及结论:\_\_\_\_\_。

31.(9分)

某草原上害鼠种群密度很高,为保护草原该地采用了招鹰灭鼠和引狐控鼠技术进行大规模防治,并取得了阶段性防治效果。回答下列问题:

(1)在鼠害防治之前,该天然草原上的害鼠种群密度较高的原因是\_\_\_\_\_。(答出三点即可)。

(2)在草原上鼠害防控区设立鹰架或鹰墩,为鹰提供栖息场所,建立的鹰架或鹰墩向鹰传递了\_\_\_\_\_信息,以达到招鹰灭鼠的目的。招鹰灭鼠和引狐控鼠等生物防治措施能够降低害鼠种群数量,其原因是\_\_\_\_\_。

(3)研究发现,单一的天敌控鼠措施在短期内有效,长期来看,效果并不理想。从捕食与生物进化的关系角度分析,推测其原因可能是\_\_\_\_\_。

32.(11分)

科研团队尝试利用遗传学原理和生物技术解决稻米镉污染问题。回答下列问题:

(1)在水稻种质资源库中,同种水稻的富镉和低镉两种表现类型在遗传学上称为\_\_\_\_\_。

(2)已知该对性状受一对等位基因控制,要了解它们的显隐性关系。研究人员先用能够稳定遗传的富镉和低镉水稻做亲本进行杂交,结果 $F_1$ 中无低镉水稻,说明\_\_\_\_\_;后用两种水稻多株进行杂交,结果 $F_1$ 群体中出现了一株低镉水稻,从遗传变异的角度分析,其可能原因是\_\_\_\_\_。(答出一点即可)。

(3)资料显示,富镉水稻具有多种其他优良性状如抗病、抗倒伏、高产等,但低镉水稻却没有。研究人员利用生物技术对富镉水稻进行遗传改良,在富镉基因上插入一段DNA,导致富镉植株对镉的吸收能力大幅下降。

①请利用所学知识分析,产生上述实验现象的可能原因是\_\_\_\_\_。(答出一点即可)。

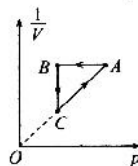
②进一步研究发现,经遗传改良后的原富镉植株,不仅镉吸收量大幅下降,而且锰的吸收量也显著降低,说明基因与性状的关系是\_\_\_\_\_。

(4)根据上述分析,在不改变其他优良性状的前提下,结合所学知识,再提出一种水稻去镉的方法:\_\_\_\_\_。

(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)

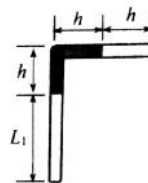
(1)(5分)用活塞将一定质量的理想气体密闭在气缸内。通过外界因素改变缸内气体的状态,气体从状态A经状态B变化到状态C,再从状态C回到状态A,其体积的倒数与压强的变化关系 $\frac{1}{V}-p$ 图像如图所示,图中AB与横轴平行,BC与纵轴平行,AC的连线过坐标原点。



从状态A到状态B的过程中,气体\_\_\_\_\_ (填“吸热”“放热”或“绝热”);从状态B到状态C的过程中,单位时间内碰撞器壁单位面积上的气体分子个数\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”);从状态C到状态A的过程中,气体的内能\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)。

(2)(10分)如图所示,一端封闭、一端开口且粗细均匀的直角细玻璃管,在直角处用一段水银柱封闭了

一定质量的空气。开始时,封闭端处于竖直状态,直角处水银柱的竖直部分与水平部分长度均为  $h = 10 \text{ cm}$ , 开口端空气柱的长度  $h = 10 \text{ cm}$ 。保持温度不变,以玻璃管的封闭端为转轴,将玻璃管在竖直平面内沿顺时针方向缓慢转  $\theta = 30^\circ$ ,管内水银柱恰好到达开口端。已知大气压强为  $p_0 = 76 \text{ cmHg}$ , 封闭端空气柱的初始温度  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ 。求:

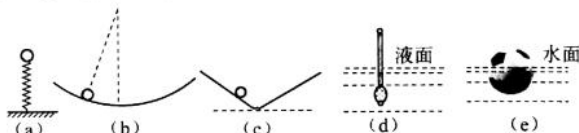


(i) 封闭端空气柱的长度  $L_1$ ;

(ii) 若保持封闭端处于竖直状态,加热封闭端空气,当管内水银柱恰好到达开口端时,此时管内空气柱的温度  $t$  (结果保留一位小数)。

31. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 以下运动均不考虑空气阻力或介质阻力的作用。物体的运动是简谐运动的是\_\_\_\_\_。(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。每错选 1 个扣 3 分,最低得分为 0 分)



A. 图 a 中竖直轻弹簧下端固定在地面,另一端固定一小球,将小球向下拉离平衡位置一小段距离后静止释放,小球在竖直方向上的运动

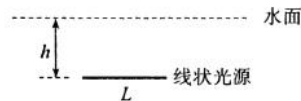
B. 图 b 中竖直平面内固定一个半径很大的圆弧轨道,将一小球从圆弧轨道最低点附近某位置静止释放,小球在圆弧轨道最低点附近两侧的往返运动

C. 图 c 中同一竖直平面内对称地固定两个倾角相等的斜面,两斜面在最低点平滑连接,将一小球从左侧斜面上某位置静止释放,小球在两斜面上的往返运动

D. 图 d 中一支液体密度计处于静止,将密度计竖直向下压入液体一小段距离后静止释放,密度计在竖直方向上的运动

E. 图 e 中一个足球处于静止,将足球竖直向下压入水中一小段距离后静止释放,足球在竖直方向上的运动

(2) (10 分) 如图所示,在范围足够大的水面下方  $h = 0.1\sqrt{\frac{7}{\pi}} \text{ m}$  处水平固定一长度  $L = 0.2\sqrt{\pi} \text{ m}$  的线状光源。已知水的折射率  $n = \frac{4}{3}$ , 光在真空中的传播速度为  $c$ 。求:



(i) 从线状光源发出的光射出水面最长时间  $t$  的表达式(用题给相关物理量符号表示);

(ii) 水面上有光线射出部分的面积  $S$ 。

35. [化学——选修 3: 物质结构与性质] (15 分)

碱金属及其化合物在生活、科研等领域用途广泛。回答下面相关问题:

(1) 基态 K 原子核外有\_\_\_\_\_种不同的电子运动状态; 下列碱金属原子核外电子发生如下变化时有可能观察到焰色的是\_\_\_\_\_ (填字母代号)。

a.  $[\text{Ar}]4s^1 \rightarrow [\text{Ar}]4p^1$

b.  $[\text{Ne}]3d^1 \rightarrow [\text{Ne}]3s^1$

c.  $\begin{array}{cccc} 1s & 2s & 2p & 2p & 2p \\ \square & \square & \downarrow & \uparrow & \downarrow \end{array} \rightarrow \begin{array}{cccc} 1s & 2s & 2p & 2p & 2p \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \square & \square & \square \end{array}$

d.  $\begin{array}{ccccccc} 1s & 2s & 2p & 2p & 2p & 3s & \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \end{array} \rightarrow \begin{array}{ccccccc} 1s & 2s & 2p & 2p & 2p & 3s & 3p & 3p & 3p \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \square & \downarrow & \uparrow & \downarrow \end{array}$

(2) 碱金属易形成各种不同的盐, 已知碱金属各种盐的沸点( $^\circ\text{C}$ ) 如表所示。

	Li	Na	K
氯化物	613	801	771
硫酸盐	859	880	1069
碳酸盐	720	858	901

由此可以得出随质子数递增,碱金属形成化合物中化学键的离子性\_\_\_\_\_ (填“逐渐增强”“不变”或“逐渐减弱”);在硫酸盐和碳酸盐中,S、C原子的杂化形式分别为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

(3)碱金属元素中,仅有Li可以直接与N<sub>2</sub>化合生成Li<sub>3</sub>N。已知该晶体中,存在锂、氮原子共同组成的锂、氮层,如图所示。

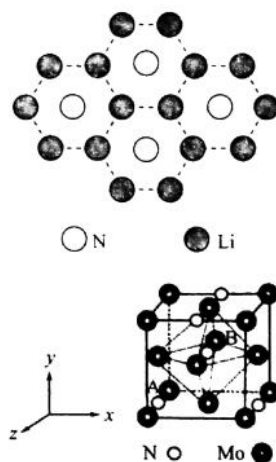
该结构中,在锂、氮层之间还应存在\_\_\_\_\_ (填“锂”或“氮”)层,理由是\_\_\_\_\_。

(4)氮化铝是制备锂离子电池的重要原材料,该晶胞结构如图所示。

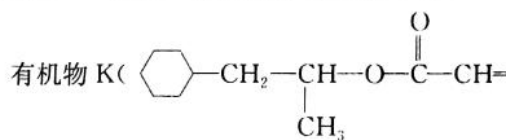
①以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置,称作原子分数坐标。若A的原子分数坐标为(0,0,0),则B的原子分数坐标为\_\_\_\_\_。

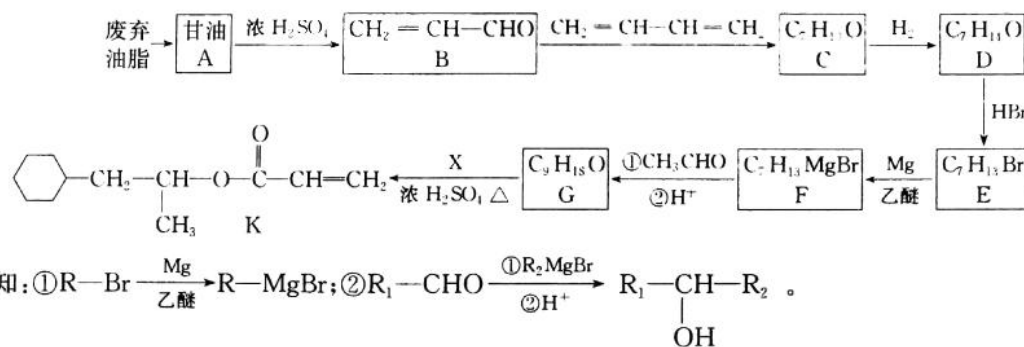
②N原子位于Mo原子立方晶格的\_\_\_\_\_ (填“四面体”“正方体”或“八面体”)空隙中,若Li<sup>+</sup>位于该晶胞的八面体空隙中,则一个晶胞中最多能够填入\_\_\_\_\_个Li<sup>+</sup>。

③若氮化铝的密度为ρg·cm<sup>-3</sup>,晶胞中Mo为最紧密堆积,其原子半径为r,则Mo所围成的空隙中,所容纳的离子半径最大值为\_\_\_\_\_ nm。(用含有ρ、N<sub>A</sub>的代数式表示,设N<sub>A</sub>表示阿伏加德罗常数的值)



36. [化学——选修5:有机化学基础](15分)

有机物K()是一种常用的赋香剂,可以采用废弃的油脂合成,其合成路线如图所示。



回答下列问题:

(1)下列关于油脂的说法正确的有\_\_\_\_\_ (填字母代号)。

- a. 油脂与蛋白质、淀粉均属于高分子营养物质
- b. 油脂能为人体提供热能,还能提供必需的脂肪酸
- c. 天然油脂属于纯净物,水解产物一定含有甘油
- d. 油脂在酸性条件下能够发生水解反应,该反应又叫皂化反应
- e. 油脂的氢化又叫硬化,属于加成反应

(2)K分子中含有官能团的名称为\_\_\_\_\_ ;C→D的反应类型为\_\_\_\_\_。

(3) 检验 G 中官能团常用试剂是 \_\_\_\_\_; X 的名称为 \_\_\_\_\_。

(4) D → E 的化学反应方程式为 \_\_\_\_\_。

(5) M 是 D 的同分异构体, M 分子核磁共振氢谱显示有四种峰, 峰面积之比为 3 : 2 : 1 : 1, M 可能的结构简式为 \_\_\_\_\_。

(6) 写出以乙醇为有机原料设计合成 2-丁醇的路线图(其他无机试剂任选)。

37. [生物——选修 1: 生物技术实践](15 分)

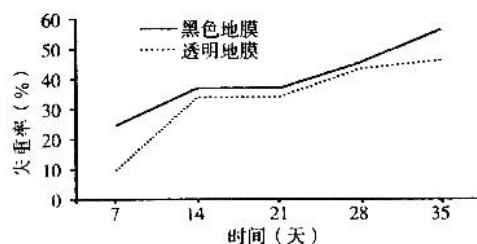
研究人员从土壤中筛选出了一种地膜(主要成分是聚乙烯)降解菌 PT1 菌株, 为处理地膜污染提供了重要的微生物种质资源。回答下列问题:

(1) 实验前, 实验人员配制筛选地膜 PT1 降解菌的基本培养基, 其营养成分应含有 \_\_\_\_\_, 为实现此培养基的筛选功能应以 \_\_\_\_\_ 为唯一碳源。

(2) 为了避免地膜上原有微生物对实验结果的影响, 实验操作前需要对地膜材料进行灭菌, 灭菌是指 \_\_\_\_\_。

(3) 在将接种有目的菌株的平板进行恒温培养同时采取 \_\_\_\_\_ 措施, 不仅能有力证明所筛选菌株具有降解能力, 也能验证无菌操作是否规范。在菌株降解能力的测定实验中, 需要将温度等环境控制在适宜范围内, 其原因是 \_\_\_\_\_。

(4) 研究人员还测定了黑色地膜和透明地膜在 PT1 菌株降解下的失重率(菌株处理前后地膜的减少重量与菌株处理前地膜的重量之比), 如下图所示。据图分析, PT1 菌株对 \_\_\_\_\_ 地膜的降解效果更好, 这说明 \_\_\_\_\_ 会影响 PT1 菌株的降解能力。



38. [生物——选修 3: 现代生物科技专题](15 分)

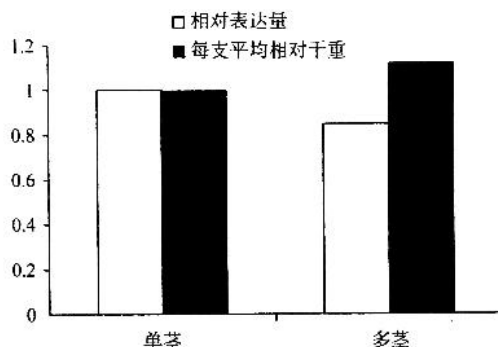
人参 *BZR1* 基因(该基因在人参根、茎、叶、芽孢等器官中都表达)在人参茎形态形成和产量品质两方面起着重要作用, 有研究团队成功利用反转录 PCR 方法, 获得了 *P<sub>g</sub>BZR1* 克隆基因, 并成功构建了克隆基因在人参植株中的表达载体, 从而有效改善了人参的产量和品质。据此回答下列问题:

(1) 在进行基因工程操作前, 需要从人参植株中提取总 RNA, 常选用 4 年生人参幼嫩的芽孢而不选用其根部作为实验材料, 原因是 \_\_\_\_\_。提取 RNA 时, 为防止其降解, 往往需要加入 \_\_\_\_\_ 抑制剂。

(2) 以提取的人参总 RNA 为材料能够合成 cDNA, 该过程需要提供的酶是 \_\_\_\_\_。以总 cDNA 为模板进行 PCR, 总能专一性扩增出 *P<sub>g</sub>BZR1* 基因, 这与 PCR 过程中加入的特异性 \_\_\_\_\_ 有关。

(3) 与人参细胞中的 *BZR1* 基因表达相比, *P<sub>g</sub>BZR1* 克隆基因需要构建表达载体才能在受体细胞中复制和表达的原因是 \_\_\_\_\_ (答出两点)。

(4) 研究人员还测定了单茎和多茎人参的克隆基因表达量和产量(以平均每支干重表示), 如图所示。据图分析, \_\_\_\_\_ 人参的克隆基因表达量更低, 而产量更高, 结合克隆基因对茎形态的调控推测, 克隆基因与产量的关系为 \_\_\_\_\_。



机密★启用前(全国卷)

## 华大新高考联盟 2021 届高三 1 月教学质量测评

### 理科综合能力测试参考答案和评分标准

#### 生 物

1. 【答案】D

【命题意图】本题以植物分生组织细胞中的前质体分化过程考查细胞器质体和细胞分化相关知识,考查理解能力和获取信息能力,考查生命过程的结构与功能观念,归纳与概括及科学推理等科学思维素养。

【解析】根据题意,分生组织细胞具有分裂分化能力,其细胞中的前质体分化伴随于细胞分化过程,如分生组织细胞分化形成绿色细胞过程,前质体就分化为叶绿体,A 项正确;前质体能够根据细胞所处位置(内部因素)和接受光照程度(外界因素)分化形成功能各异的质体,说明前质体的分化过程受内外因素的影响,B 项正确;前质体可分化形成功能各异的质体,如叶绿体进行光合作用,淀粉质体储藏淀粉,分化使质体的功能趋向专门化,C 项正确;在自然条件下,分化后的细胞将一直保持分化后的状态,细胞内的质体也一直保持分化后的状态,虽然某些细胞白色体在光下还可以转化为叶绿体,但不能逆转为分化前的前质体,D 项错误。

2. 【答案】A

【命题意图】本题以中学普通光学显微镜细微结构观察实验考查观察根尖分生组织细胞的有丝分裂、培养液中酵母菌种群数量的变化、检测生物组织中蛋白质、脂肪等教材实验,考查实验工具的正确选择和使用实验探究能力,体现了实验观察能力的科学探究素养。

【解析】组织样液中的蛋白质鉴定,试管中的组织样液在加入双缩脲试剂振荡摇匀后呈现紫色,不需要借助光学显微镜可直接观察,A 项正确;要对花生子叶中脂肪颗粒进行染色鉴定,需要将花生子叶制成薄片,经苏丹Ⅲ或苏丹Ⅳ染色,用体积分数为 50% 的酒精洗去浮色后,再用显微镜观察脂肪颗粒的颜色,B 项错误;蚕豆根尖分生组织细胞在经历解离、漂洗、染色、制片过程后,要使用显微镜才能观察到不同分裂时期的细胞,C 项错误;培养液中酵母菌种群数量的变化实验中,需要在酵母菌培养的不同时期进行抽样检测,采用血细胞计数板进行显微计数,需要使用普通光学显微镜,D 项错误。

3. 【答案】C

【命题意图】本题以随体在人精子形成过程中的数量变化为情境考查减数分裂过程中染色体数量变化等相关知识,考查理解能力、信息获取能力,体现了生物学科核心素养中的科学思维和生命观念。

【解析】根据题意,随体是位于染色体末端的染色体片段,属于染色体的一个部分,在精原细胞进行减数分裂时,随体在间期会随染色体复制而复制,A 项正确。在不考虑任何变异情况下,人体细胞中的 13、14、15、21 和 22 号染色体为有随体染色体,说明体细胞中有 5 对(10 条)有随体染色体,经染色体复制后,初级精母细胞中的随体数量加倍为 20 个,在减数第一分裂结束时形成的每个次级精母细胞中均有随体 10 个;在减数第二次分裂后期,虽然次级精母细胞中染色体的着丝点分裂,有随体染色体的两条姐妹染色单体(各含一个随体)分开形成两条有随体染色体,但其随体数量没有发生改变;再经减数第二次分裂形成的每个精细胞中应有随体 5 个,故 B、D 项正确,C 项错误。

4. 【答案】C

【命题意图】本题以孕妇血浆胎儿游离 RNA 的形成和诊断考查基因的表达、遗传信息的实质和人类遗传病的预防与诊断,考查理解能力、获取信息能力和综合运用能力,体现了生命过程的结构与功能、物质与能量观念,归纳与概括及科学推理等科学思维素养。

【解析】根据题意,胎盘细胞在特定时期由特定基因通过转录产生的 RNA 进入孕妇血浆中就成为孕妇血

浆胎儿游离 RNA(cfRNA), A 项正确; cfRNA 能够在孕妇血浆中稳定存在一段时间是产前诊断的前提,如果 cfRNA 进入血浆就被降解,cfRNA 就无法进行检测, B 项正确; 胎儿细胞中的遗传信息全部储存在细胞内的 DNA 上, cfRNA 只是细胞特定基因在特定时期转录的产物, 根据中心法则可知, 转录过程只传递了部分遗传信息, 即使提取全部 cfRNA 也不能获得胎儿的全部遗传信息, C 项错误; cfRNA 为产前诊断提供了胎儿遗传信息方面的一种新材料, 说明 cfRNA 可作为某些人类遗传病诊断和检测的标志物, D 项正确。

5. 【答案】C

【命题意图】本题以培养液中的胰岛素调节单个胰岛 B 细胞和胰岛整体分泌活动为情境考查胰岛的功能细胞组成、激素作用的结构基础和激素自身平衡调节等相关知识, 考查理解能力、信息获取能力和综合运用能力, 体现了生物学学科核心素养中的科学思维和生命观念。

【解析】根据题意, 胰岛内主要有胰岛 B 细胞和胰岛 A 细胞, 分别产生胰岛素和胰高血糖素, 来调节血糖水平以维持血糖平衡, A 项正确; 激素通过与靶细胞上的特异性受体结合而传递调节信息, 胰岛素能够反馈调节胰岛 B 细胞的分泌活动, 说明胰岛 B 细胞上存在胰岛素的受体, B 项正确; 胰岛素调节单个胰岛 B 细胞和胰岛整体分泌胰岛素活动作用效果相反, 说明胰岛素除了能够调节胰岛内的 B 细胞外, 还能调节胰岛内的其他细胞, 胰岛内的细胞共同影响胰岛素对胰岛整体的调节作用, C 项错误; 人体内, 胰岛素通过(负)反馈调节胰岛整体的分泌活动来维持体内胰岛素激素水平, 使胰岛素含量在体内处于动态平衡, D 项正确。

6. 【答案】B

【命题意图】本题以两种细菌单独和混合培养在含有抗生素的培养基中的生长情况为情境, 考查现代生物进化理论、细菌间的重组转化等相关知识, 考查理解能力、信息获取能力和综合应用能力, 体现了生物学核心素养中的生命观念和科学思维。

【解析】根据题意, 若将 P、Q 两菌单独放入含抗生素 X 的培养基上培养, 发现 P 菌能正常生长, Q 菌不能生长, 说明 P 菌具有抗生素 X 抗性, 而 Q 菌则没有抗性, A 项正确; 抗生素对细菌的生长只是施加了一个选择因素, 并不是诱导细菌发生基因突变的原因, 这在 Q 菌单独培养实验结果中得到印证, 说明抗生素 X 不能诱导 Q 菌产生相应抗性基因, B 项错误; 依据肺炎双球菌的转化原理, 可以推测 Q 菌在与 P 菌混合培养时可能整合了 P 菌的抗性基因发生抗性转化, 从而具有抗生素 X 抗性能力, C 项正确; 从细菌对抗生素的抗性机理推测, 具有抗生素 X 抗性的 P 细菌还可能会向胞外分泌能够降解抗生素 X 的酶, 从而消除抗生素 X 的抑菌作用, Q 菌在与 P 菌混合培养时能得以正常生长, D 项正确。

29. 【答案】除备注外, 每空 2 分, 共计 9 分

(1) 细胞呼吸和外界空气 单位时间和单位面积绣球植株叶片吸收的  $\text{CO}_2$  量

(2) 在黑暗(或无光)条件下  $\text{CO}_2$  释放速率

(3) 植株在遮光条件下通过提高光合作用速率增加有机物量, 同时降低叶片呼吸速率以减少自身消耗(答案合理即可, 3 分)

【命题意图】本题以三组不同遮光程度处理绣球植株叶片在不同光照强度下的净光合速率测定实验为情境, 考查影响光合作用的环境因素和光合作用与呼吸作用之间的关系等相关知识, 考查生物的物质观和环境适应观念, 归纳与概括、模型与建模、演绎与推理等科学思维, 实验方案的设计科学探究素养。

【解析】(1) 根据题意, 晴朗的白天, 绣球植株同时进行光合作用和呼吸作用, 则光合作用所固定的  $\text{CO}_2$  主要来源于内部的细胞呼吸释放和从外界空气中吸收。据图分析, 从净光合速率的单位是  $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  可知, 科研小组测定的净光合速率是以单位时间和单位面积绣球植株叶片吸收的  $\text{CO}_2$  量来表示。

(2) 依据植株光合速率和呼吸速率关系, 即净光合速率 = 实际光合速率 - 呼吸速率, 为了解绣球植株叶片在晴朗白天的实际光合速率, 研究小组需要测定植株叶片在黑暗(或无光)条件下  $\text{CO}_2$  的释放速率。

(3) 据图分析, 在相同光照强度(尤其是低于  $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  光照强度)下, 50% 和 75% 遮光组植株的净光合速率明显高于全光组, 说明绣球植株在遮光条件下可以提高叶片光能利用率来提高光合作用强

度,保证有机物的正常制造量。从叶片呼吸速率测定结果可以看出,50%和75%的遮光组植株呼吸速率明显低于全光组,说明植株在遮光环境下通过降低叶片呼吸速率以减少自身消耗。故植株在遮光环境下通过调整叶片光合作用和呼吸作用强度以确保自身有机物正常积累量,从而保证自身正常生长。

30.【答案】除备注外,每空2分,共10分

(1)脾淋巴细胞、NK淋巴细胞、抗体生成细胞(任答两种即可)

(2)细胞(1分) 剂量(1分)

(3)褪黑素通过促进脾淋巴细胞增殖、提高NK淋巴细胞活性和促进抗体生成细胞数量增多来增强机体免疫能力(合理即可)

(4)实验设计思路:将小鼠随机分为甲乙两组,甲组口服一定剂量的褪黑素溶液,乙组口服等量的生理盐水,在相同环境中饲养,记录两组小鼠每天的睡眠时长

预期结果及结论:甲组小鼠平均睡眠时间比乙组长,褪黑素能延长小鼠睡眠时间;反之能缩短睡眠时间

【命题意图】以褪黑素对机体免疫和睡眠影响实验考查体液调节特点、免疫调节过程和类型、实验现象分析及实验探究设计等相关知识,考查理解能力、信息获取能力、实验探究能力和综合运用能力,考查稳态与平衡的生命观念,归纳概括和科学推理等科学思维素养,实验数据或现象解释和实验设计的科学探究素养。

【解析】(1)根据题意,小鼠体内的褪黑素经体液运输至全身各处,作用于相应靶细胞,调节着小鼠自身免疫功能。表中显示,在褪黑素的调节下,脾淋巴细胞的增殖能力、NK淋巴细胞的活性及抗体生成细胞的数量都会受到影响,说明褪黑素可能作用于脾淋巴细胞、NK淋巴细胞、抗体生成细胞。

(2)体内的NK淋巴细胞能够识别并消除肿瘤或病毒感染的细胞,与效应T细胞具有相似的作用,说明NK淋巴细胞能参与细胞免疫过程。表中数据显示,随着褪黑素的剂量增大,对脾淋巴细胞、NK淋巴细胞、抗体生成细胞的促进作用反而下降,说明褪黑素对机体免疫能力的调节作用与其剂量(或浓度)有关。

(3)综合上述分析,推测褪黑素可以通过促进脾淋巴细胞增殖、提高NK淋巴细胞活性和促进抗体生成细胞数量增多来增强机体免疫能力。

(4)利用题干所示实验材料及用具,设计实验探究褪黑素对小鼠睡眠的影响。实验设计思路:将小鼠随机分为甲乙两组,甲组口服一定剂量的褪黑素溶液,乙组口服等量的生理盐水,在相同环境中饲养,记录两组小鼠每天的睡眠时长。预期结果及结论:甲组小鼠平均睡眠时间比乙组长,褪黑素能延长小鼠睡眠时间;反之能缩短睡眠时间。

31.【答案】除备注外,每空2分,共计9分

(1)食物资源和栖息空间充裕,气候适宜,天敌少(3分)

(2)物理(1分) 鹰和狐狸的捕食作用增大了害鼠种群死亡率,降低了害鼠种群密度(或延长食物链,形成负反馈调节)(答案合理即可)

(3)天敌往往只捕食了害鼠种群中的老弱病残个体,优化了害鼠种群年龄结构,促进了害鼠种群与天敌的共同进化(答案合理即可,3分)

【命题意图】本题以草原鼠害生物防治为情境考查种群特征、种间关系、生态系统的信息传递、营养结构、共同进化等相关知识,考查学生理解能力、信息获取能力、综合运用能力,考查结构与功能和稳态与平衡的生命观念、归纳与概括和科学推理的科学思维和关注生态文明的社会责任。

【解析】(1)在鼠害防控之前,该天然草原为害鼠提供了充裕的食物资源和栖息空间,害鼠天敌少,气候适宜,害鼠种群密度较高。

(2)在草原上鼠害防控区设立鹰架或鹰墩,为鹰提供栖息场所,建立的鹰架或鹰墩向鹰传递了物理信息,以达到招鹰灭鼠的目的。鹰和狐狸的捕食作用增大了害鼠种群死亡率,降低了害鼠种群密度,招鹰引狐延长了原有食物链(草→害鼠→鹰、狐),在食物链上通过负反馈调节可以降低害鼠的种群密度,是招鹰灭鼠和引狐控鼠等生物防治措施能够降低害鼠种群数量的原因。

(3)单一的天敌控鼠措施在短期内有效,长期来看,效果并不理想。从天敌对害鼠种群的影响和进化关系

角度分析,其可能的原因是天敌捕食往往只捕食了害鼠种群中的老弱病残个体,优化了害鼠种群年龄结构,促进了害鼠种群与天敌的共同进化。

32.【答案】除备注外,每空 2 分,共 11 分

(1)相对性状(1 分)

(2)水稻富镉是显性性状(或水稻低镉是隐性性状) 富镉水稻植株形成的某一配子中控制富镉性状的基因突变为控制低镉的基因;或富镉水稻植株形成的某一配子中控制富镉性状的基因片段缺失(合理即可,只答变异类型的给 1 分)

(3)①插入突变直接导致运输镉的蛋白不能合成;插入突变导致与镉运输相关蛋白合成有关的酶缺失;外源 DNA 片段插入造成富镉基因无法复制或转录,或表达的蛋白质无原来的活性(任答一点即可)

②一对基因可以控制多种性状

(4)用现代生物技术发现并去除富镉基因,培育出优良的低镉水稻[或种植富镉能力强的植株除去土壤中的镉后再种植水稻,或从富镉和低镉水稻的杂交后代中选育低镉(并具有其他优良性状)的水稻品种;或利用纯种富镉和低镉水稻的  $F_1$  代进行单倍体育种](答案合理即可)

【命题意图】以水稻去镉相关实验为载体,考查相对性状的定义、分离定律、遗传变异、基因对生物性状的控制、环境污染的治理等相关知识,考查理解能力、获取信息能力、实验探究能力和综合运用能力,体现了结构与功能相适应的生命观念,归纳概括和演绎与推理等科学思维素养,实验现象分析的科学探究素养,以及关注生物学知识应用于生产实践和环境保护的社会责任。

【解析】(1)相对性状是指一种生物的同一种性状的不同表现类型。在水稻种质资源库中,不同水稻植株的镉积累量有所不同,水稻的富镉和低镉两种表现类型在遗传学上称为相对性状。

(2)根据题意,要对富镉与低镉表现类型进行遗传研究,首先需要了解它们的显隐性关系。已知该对性状受一对等位基因控制,研究人员先让能够稳定遗传的富镉和低镉水稻亲本杂交, $F_1$  中无低镉水稻,则  $F_1$  全表现为富镉水稻,说明水稻富镉是显性性状,或水稻低镉是隐性性状。假设 A、a 基因分别控制富镉和低镉性状,则稳定遗传的亲本富镉植株(AA)与低镉植株(aa)杂交, $F_1$  应为杂合的富镉植株(Aa),但在多株杂交实验中, $F_1$  群体中出现了一株低镉水稻。若从基因突变的角度分析,该植株的基因型为 aa,推测 A 配子突变为 a;若从染色体片段缺失分析,该植株的基因型为  $A^-a$ ,推测某一配子中 A 基因片段缺失,则出现该植株的原因可能是富镉水稻植株形成的某一配子中控制富镉性状的基因突变为控制低镉的基因,也可能是富镉水稻植株形成的某一配子中控制富镉性状的基因片段缺失。

(3)题干显示,富镉水稻具有多种其他优良性状(如抗病、抗倒伏、高产等),但低镉水稻却没有。①研究人员利用生物技术对富镉水稻进行遗传改良,在富镉基因上插入一段 DNA,致富镉基因发生插入突变,导致原有功能发生改变,又根据富镉植株对镉的吸收能力大幅下降,从基因控制生物性状的两种关系来推测,其原因可能是插入突变直接导致运输镉的载体蛋白不能合成,还可能是插入突变导致与镉运输相关蛋白合成有关的酶缺失;②进一步研究发现,经遗传改良后的原富镉植株,不仅镉吸收量大幅下降,而且对锰的吸收量也显著降低,说明基因与性状的关系是一对基因可以控制多种性状。

(4)上述分析发现,富镉基因可以在遗传过程中发生缺失,还可以进行人工插入突变,在不改变其他优良性状的前提下,还可以用生物技术和水稻育种技术发现并去除富镉基因,培育出优良的低镉水稻;有些绿色植物本身具有吸收镉的能力,还可以种植富镉能力强的植株除去土壤中的镉后再种植水稻;或者从富镉和低镉水稻的杂交后代中选育低镉(并具有其他优良性状)的水稻品种;或利用纯种富镉和低镉水稻的  $F_1$  代进行单倍体育种,这些方法都可以进行水稻去镉。

37.【答案】(除备注外,每空 2 分,共计 15 分)

(1)水、碳源、氮源、无机盐(和生长因子) 聚乙烯

(2)使用强烈的理化因素杀死物体内外所有的微生物,包括芽孢和孢子

(3)将接种无菌水的空白平板进行培养 菌株降解能力是通过其分泌的降解酶活性来体现,而酶在最适



温度等环境条件下活性最高,可排除环境条件对实验结果的影响(3分)

(4)黑色 地膜类型(或地膜透明度或地膜颜色)

**【命题意图】**以农业地膜降解 PT1 菌株筛选实验考查微生物培养原理、步骤和应用等相关知识,考查学生理解能力和实验探究能力,考查归纳概括和科学推理等思维素养,实验方法的选择和对实验现象解释的科学探究素养。

**【解析】**(1)实验前,根据目的菌株对生存环境的要求,到相应的环境中去寻找,实验人员应在地膜污染土壤中寻找目的菌株,同时需要制备筛选地膜降解菌培养基。从营养成分上看,培养基能够满足目的菌生长所需的水、碳源、氮源和无机盐;配制时应考虑以地膜(聚乙烯)粉末作为唯一碳源来实现培养基的选择培养作用。

(2)为了避免地膜上原有微生物对实验结果的影响,实验操作前需要对地膜材料进行灭菌,灭菌是指使用强烈的理化因素杀死物体内外所有的微生物,包括芽孢和孢子。

(3)为了更好说明所筛选菌株的降解能力,在恒温培养前,除了将接种有目的菌株的平板进行培养外,还需要将接种无菌水的空白平板进行培养,同时也可以说明无菌操作是否规范。菌株降解能力是通过其分泌的降解酶活性来体现,而酶在最适温度等环境条件下活性最高,可排除环境条件对实验结果的影响,故在菌株降解能力的测定实验中,需要将温度等环境控制在适宜范围内。

(4)据图分析,在测定的降解 35 天内,黑色地膜在 PT1 菌株降解下的失重率明显高于透明地膜的失重率,说明 PT1 菌株对黑色地膜的降解效果更好,这说明地膜类型(或地膜透明度或地膜颜色)会影响 PT1 菌株降解能力。

38. **【答案】**除备注外,每空 2 分,共 15 分

(1)幼嫩芽孢组织易破碎(或芽孢合成的 *BZRI* 基因的 mRNA 含量较根部的多) RNA 酶

(2)反(逆)转录酶 引物

(3)*PgBZRI* 克隆基因无复制原点,也无表达所需启动子(3分)

(4)多茎 克隆基因通过调控人参的茎形态来影响人参产量(答案合理即给分)

**【命题意图】**本题以人参茎形态形成和产量品质控制基因的克隆与表达实验为情境考查基因工程的过程原理相关知识,考查理解能力、获取信息能力和综合运用能力,体现了生物学核心素养中的生命观念、科学思维和社会责任等学科素养。

**【解析】**(1)4 年生人参幼嫩的芽孢组织细胞的细胞壁较薄,较易破碎,同时芽孢合成的 RNA 种类和含量较根部的多,所以常选用 4 年生人参幼嫩的芽孢作为实验材料。提取 RNA 时,为防止其降解,往往需要加入 RNA 酶抑制剂。

(2)以提取的人参总 RNA 为材料能够合成 cDNA,实质是以 RNA 为模板反转录成 DNA 的过程,该过程需要提供反转录酶或逆转录酶。以总 cDNA 为模板进行 PCR,因 PCR 中要加入事先设计好的特异性引物,故总能专一性扩增出 *PgBZRI* 基因。

(3)人参细胞中的 *BZRI* 基因能够表达是因为该基因所在 DNA 上存在复制起点和启动子,而 *PgBZRI* 克隆基因无复制原点,也无表达所需启动子,故克隆基因需要构建表达载体才能在受体细胞中复制和表达。

(4)据图分析,相对于单茎人参而言,多茎人参的克隆基因表达量更低,而产量更高,结合克隆基因对茎形态的调控推测,克隆基因与产量的关系为克隆基因通过调控人参的茎形态来影响人参产量。

## 化 学

### 7.【答案】C

【命题意图】本题不仅考查了中华优秀传统文化,而且呈现了“德智体美劳”考查点的基本要求,渗透了“科学态度与社会责任”学科素养。

【解析】“雷雨发庄稼”描述的是雷雨天气下实现了  $N_2$  转化为氮肥,氮肥有利于农作物的生长,并非主要强调雨水的重要性,A选项错误;“豆茬种谷”描述的是豆科植物通过根瘤菌能够将  $N_2$  转化为  $NH_3$ ,并进一步转化为铵盐等氮肥,土壤中通过自然固氮作用,含有大量的氮肥,此时种植其他农作物利于生长,这也属于立体种植,“豆茬种谷”的目的并不是为了利于植物的光合作用,B选项错误;上述农谚中涉及  $N_2$  转化为化合态氮的过程,属于自然固氮,C选项正确;固氮的过程一定涉及化合价的变化,一定发生氧化还原反应,D选项错误。


### 8.【答案】A

【命题意图】本题综合考查中学化学实验基本操作与应用技能,渗透了“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”等学科素养。

【解析】通过小试管形成液封可有效防止有毒的  $SO_2$  气体逸出,A选项正确;定容后盖上玻璃塞需要上下反复用力摇匀,不是左右摇匀,B选项错误; $Cl_2$  的密度大于空气的密度,收集气体时需要导气管长进短出,C选项错误;制备蒸馏水实验,收集蒸馏水时不能密封,D选项错误。

### 9.【答案】B

【命题意图】综合考查有机化学基础知识,试题注重信息的获取能力考查,渗透了“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”等学科素养。

【解析】该有机物 X 的分子式为  $C_9H_{16}$ ,丙苯的分子式为  $C_9H_{12}$ ,二者不属于同分异构体,A选项错误;根据手性碳原子定义,可以得出 X 含有手性碳原子 2 个(如图 ) ,B选项正确;X 分子中 C 原子均为饱和和 C 原子,根据 X 分子结构特点可以得出所有 C 原子不可能共平面,C选项错误;X 的一氯代物共有 4

种,其位置分别为 ,D选项错误。

### 10.【答案】A

【命题意图】本题借助一种新型的钠离子电池为情境,综合考查原电池相关知识点,渗透了“证据推理与模型认知”等学科素养。

【解析】根据图示可以得出,M 为电池的负极,N 为正极,A选项正确; $Na^+$  移向正极,即 N 电极,B选项错误;正极反应为  $Na_{1-x}MeO_2 + xNa^+ + xe^- \rightleftharpoons NaMeO_2$ ,C选项错误;负极反应为  $Na_xC_n - xe^- \rightleftharpoons nC + xNa^+$ ,转移  $x$  mol 电子时,会有 1 mol  $Na_xC_n$  被氧化,D选项错误。

### 11.【答案】C

【命题意图】本题综合考查了考生的信息获取能力与应用能力,渗透了“证据推理与模型认知”“宏观辨识与微观探析”学科素养。

【解析】22.4 L  $CO_2$  未指明  $CO_2$  所处的温度与压强,无法得出  $CO_2$  的具体物质的量,A选项错误;醋酸参与反应过程①中,没有非极性键生成,B选项错误;根据图示可以得出,过程②③总反应为  $MnO_2 + 2HX \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2X + 2OH^-$ ,C选项正确;若在较高温度下,微生物难以存活,难以加快反应速率,D选项错误。

### 12.【答案】B

【命题意图】本题综合考查元素周期表与周期律的相关知识,注重逻辑推理能力的考查,渗透了“证据推理与模型认知”学科素养。

【解析】根据题意,可以得出 W、X、Y、Z 分别为 H、C、N、F 四种元素, $N^{2-}$  半径大于  $F^-$ ,A选项错误;

$C_2H_6$ 、 $N_2H_4$  均为 18 电子的化合物, B 选项正确; W、Y、Z 三种元素形成的化合物中可能为  $NH_4F$ , 结构中含有离子键, C 选项错误; G 分子中 W 不可能达到 8 电子稳定结构, D 选项错误。

13. 【答案】D

【命题意图】本题综合考查电解质溶液中电离、水解、离子反应等相关知识, 渗透了“变化观念与平衡思想”学科素养。

【解析】根据质子守恒, 可以得出  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $Na_2CO_3$  溶液中存在:  $c(OH^-) = c(HCO_3^-) + 2c(H_2CO_3) + c(H^+)$ , A 选项错误; 根据图示, M 点  $pH=7$ , 显中性, 反应原理为  $Na_2CO_3 + HCl = NaCl + NaHCO_3$ , 加入的 HCl 的物质的量略大于  $Na_2CO_3$  才能使溶液中溶质存在  $H_2CO_3$  和  $NaHCO_3$ , 所以  $c(Na^+) > c(Cl^-) > c(HCO_3^-)$ , B 选项错误;  $pH=5$  时, 溶液中  $H_2CO_3$  的存在抑制水的电离, 而  $pH=9$  的溶液中主要是  $NaHCO_3$ 、 $Na_2CO_3$  水解所致, 显然二者水的电离程度不同, C 选项错误; 根据 N 点, 可以得出  $K_{a2} = 10^{-10.5} > 10^{-11}$ , 根据图示可以得出  $pH=11$  的溶液比  $pH=6$  的溶液中离子浓度大, 导电能力强, D 选项正确。

26. (14 分)

【答案】(1) 球形干燥管(1 分) 五氧化二磷或氯化钙(或无水氯化钙)(1 分, 答碱石灰、烧碱、氧化钙等均不得分)

(2)  $NH_4NO_3$  受热易爆炸, 不安全; 加热条件下 NaOH 易与  $SiO_2$  反应, 易使试管炸裂, 另外 NaOH 是块状固体易潮解, 不易与  $NH_4NO_3$  充分混合(2 分, 合理答出一条均可)

(3)  $2CoCl_2 + 10NH_3 + 2NH_4Cl + H_2O_2 \xrightarrow{\text{活性炭}} 2[Co(NH_3)_6]Cl_3 \downarrow + 2H_2O$  [或  $2CoCl_2 \cdot 6H_2O + 10NH_3 + 2NH_4Cl + H_2O_2 \xrightarrow{\text{活性炭}} 2[Co(NH_3)_6]Cl_3 \downarrow + 14H_2O$ ](2 分)

(4) 3.02(2 分)

(5) acd(2 分, 少选扣 1 分, 扣完为止)

(6)  $K_2CrO_4$  (或含有  $CrO_4^{2-}$  的可溶性盐)(2 分) 滴入最后一滴标准  $AgNO_3$  溶液时, 出现砖红色沉淀(2 分)

【命题意图】本题通过  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$  的制备与产物成分的检测为情境, 综合考查中学化学实验基本操作与应用能力, 渗透了“科学探究与创新意识”学科素养。

【解析】(1) 根据图示, 容易得出仪器 X 的名称为球形干燥管, 其作用是吸收未反应的  $NH_3$ , 防止  $NH_3$  逸出污染环境, 所以里面放入的试剂应该能够吸收氨气, 如五氧化二磷、氯化钙(或无水氯化钙)等。

(2) 根据  $NH_4NO_3$  与 NaOH 的性质, 容易得出答案,  $NH_4NO_3$  受热易爆炸, 不安全; 加热条件下 NaOH 易与  $SiO_2$  反应, 腐蚀玻璃, 使试管炸裂, 另外 NaOH 是块状固体易潮解, 不易与  $NH_4NO_3$  充分混合。

(3) 根据信息, 可以得出反应物与生成物, 由此得出答案。

(4) 称取样品 6.0 g, 根据反应原理, 可以求出理论产品质量  $M = (6.0 \times 267.5) \div 238 = 6.74 \text{ g}$ , 由此可以得出理论值与实际值的差为  $6.74 \text{ g} - 3.72 \text{ g} = 3.02 \text{ g}$ 。

(5) 滴定结束时仰视读数, 会造成盐酸体积读数偏大, 氨测定值偏高, a 符合题意; 锥形瓶清洗后不需要干燥, b 不符合题意; 滴定前滴定管中含有气泡, 造成初始读数偏小, 滴定结束无气泡, 最终造成盐酸体积消耗值偏大, 氨的测定值偏大, c 符合题意; 未使用标准盐酸溶液润洗滴定管, 会造成盐酸体积消耗值偏大, 氨的测定值偏大, d 符合题意。

(6) 根据  $K_{sp}$  可以得出  $Ag_2CrO_4$  的溶解度最大, 所以测定溶液中  $Cl^-$  时, 适宜选取  $K_2CrO_4$  作指示剂, 滴定终点为滴入最后一滴标准  $AgNO_3$  溶液时, 出现砖红色沉淀。

27. (14 分)

【答案】(1) 有利于锂的回收, 提高锂的回收率; 防止电池拆解过程中发生短路引发火灾、爆炸安全事故(2 分, 写出一条合理说法即可)

(2)  $2LiCoO_2 + SO_3^{2-} + 6H^+ = 2Li^+ + 2Co^{2+} + SO_4^{2-} + 3H_2O$ (2 分)

(3) 4.7(2 分)

(4)abc(2分,少1个选项扣1分,扣完为止)

(5)烧碱会促进  $P_2O_4$  水解,难以回收,循环利用(2分) 打开旋塞,使下层水相放出,然后关闭旋塞,将上层有机相从上口倒出(2分)

(6) $3CoC_2O_4 + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} Co_3O_4 + 6CO_2$ (2分)

**【命题意图】**本题通过废弃物的回收利用,综合考查了元素化合物、化学实验、化学反应原理及化学计算的相关知识,渗透了“证据推理与模型认知”等学科素养。

**【解析】**(1)电池完全放电,有利于锂离子尽可能转移到正极,有利于锂的回收,提高锂的回收率;另外,若电池未放电完毕,可能会存在安全隐患,如防止电池拆解过程中发生短路引发火灾、爆炸安全事故。

(2)根据氧化还原反应及离子反应规律,可以得出不溶性的  $LiCoO_2$  在“浸取、还原”过程中发生的离子反应方程式为  $2LiCoO_2 + SO_3^{2-} + 6H^+ = 2Li^+ + 2Co^{2+} + SO_4^{2-} + 3H_2O$ 。

(3)根据  $K_{sp}[Al(OH)_3] = 1.0 \times 10^{-33}$ ,可以得出完全沉淀时  $c^3(OH^-) = 10^{-28} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^3$ ,  $c(OH^-) = 10^{-28/3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(H^+) = 10^{-14/3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{pH} = 14/3 \approx 4.7$ 。

(4)根据萃取实验相关知识,可以得出答案为 abc。

(5)根据萃取剂的性质,可以得出烧碱能够促进  $P_2O_4$  水解,难以使萃取剂回收及循环利用;萃取剂  $P_2O_4$  的密度小于水,浮在水面上,所以获取萃取剂时需要打开旋塞,使下层水相先放出,然后关闭旋塞,将上层有机相从上口倒出。

(6)C点应为钴的氧化物,18.3 g 晶体中 Co 的物质的量为 0.1 mol,质量为 5.9 g,8.03 g  $Co_2O_3$  中 O 的物质的量为  $\frac{8.03 \text{ g} - 5.9 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.133 \text{ mol}$ ,所以  $\frac{x}{y} = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.133 \text{ mol}} \approx \frac{3}{4}$ ,其生成物为  $Co_3O_4$ 。

28. (15分)

**【答案】**(1) $N(s) + N(s) = N_2 + Rh(s) + Rh(s)$ (2分,写为  $N(s) + N(s) \rightleftharpoons N_2 + Rh(s) + Rh(s)$  不扣分) -65.2(2分)

(2)选择性(1分) 温度(1分)

(3)①50%(2分) 0.04(3分) ②B(2分)

(4)4.375  $\times 10^{-2}$ (2分)

**【命题意图】**本题通过  $H_2$  如何处理环境中有毒 NO 等气体为情景,综合考查了化学平衡、反应速率、平衡常数等化学反应原理相关知识,还进一步综合考查了图像图表的分析能力,渗透了“变化观念与平衡思想”“科学态度与社会责任”等学科素养。

**【解析】**(1)其他条件一定时,活化能  $E_a$  越大,反应越难以发生,反应速率越小,为慢反应,慢反应为决速反应,由此可以得出决定  $H_2$  催化还原 NO 反应速率的基元反应应该为  $N(s) + N(s) = N_2 + Rh(s) + Rh(s)$ ;从表格中获取信息,基元反应  $H_2 + Rh(s) + Rh(s) \rightleftharpoons H(s) + H(s)$  的活化能为  $12.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,逆反应  $H(s) + H(s) \rightleftharpoons H_2 + Rh(s) + Rh(s)$  的活化能为  $77.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,可知反应焓变  $\Delta H = 12.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 77.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -65.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)催化剂不变,温度不同,产物组分不同,体现催化剂具有选择性,且受温度影响。

(3)①根据题干信息可知反应为  $4H_2(g) + 2NO(g) + O_2(g) = N_2(g) + 4H_2O(g)$ ,  $H_2$ 、NO、 $O_2$  体积比即为物质的量之比为 3:2:1,设  $H_2$ 、NO、 $O_2$  的充入量分别为  $3a \text{ mol}$ 、 $2a \text{ mol}$ 、 $a \text{ mol}$ ,NO 转化  $x \text{ mol}$ ,则:

	$4H_2(g)$	$+ 2NO(g)$	$+ O_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$N_2(g)$	$+ 4H_2O(g)$
起始/mol	$3a$	$2a$	$a$		$0$	$0$
转化/mol	$2x$	$x$	$0.5x$		$0.5x$	$2x$
平衡/mol	$(3a-2x)$	$(2a-x)$	$(a-0.5x)$		$0.5x$	$2x$

$$V\%(N_2) = \frac{0.5x}{6a-x} = 0.1 \quad x = a \quad a(NO) = \frac{a}{2a} \times 100\% = 50\%$$

$$n_{\text{g}} = 6a - x = 5a \text{ mol}$$

$$x(\text{N}_2) = \frac{n(\text{N}_2)}{n_{\text{g}}} = \frac{0.5x}{6a-x} = \frac{1}{10}, \text{同理可知}$$

$$x(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2}{5}, x(\text{H}_2) = \frac{1}{5}, x(\text{NO}) = \frac{1}{5}, x(\text{O}_2) = \frac{1}{10}$$

$$K_p = \frac{p(\text{N}_2)p^4(\text{H}_2\text{O})}{p^4(\text{H}_2)p^2(\text{NO})p(\text{O}_2)} = \frac{x(\text{N}_2)p_{\text{g}} \cdot [x(\text{H}_2\text{O})p_{\text{g}}]^4}{[x(\text{H}_2)p_{\text{g}}]^4 \cdot [x(\text{NO})p_{\text{g}}]^2 \cdot x(\text{O}_2)p_{\text{g}}} = \frac{x(\text{N}_2) \cdot x^4(\text{H}_2\text{O})}{x^4(\text{H}_2) \cdot x^2(\text{NO}) \cdot x(\text{O}_2)p_{\text{g}}^2}$$

$$= \frac{\frac{1}{10} \times \left(\frac{2}{5}\right)^4}{\left(\frac{1}{5}\right)^4 \times \left(\frac{1}{5}\right)^2 \times \frac{1}{10}} \times \frac{1}{(100 \text{ kPa})^2} = 0.04 \text{ (kPa)}^{-2}$$

②该反应  $\Delta H < 0$ , 属于放热反应, 在绝热容器中相当于对反应加热; 温度升高, 平衡逆向移动, NO 转化率降低, 故恒温容器中 NO 转化率较大。反应前后气体分子数减少, 恒压容器中反应相当于对恒容容器加压, 平衡正向移动, NO 转化率较大。由此可知, 该反应在恒温恒压容器中 NO 转化率较大。

(4) 根据阿伏加德罗定律, 可以推理出  $\text{H}_2$  的分压为 1.25 kPa, 代入速率方程可以得出:

$$v(\text{N}_2\text{O}) = k p^2(\text{NO}) p(\text{H}_2) = 5.6 \times 10^{-12} \text{ Pa}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \times (2.5 \times 10^3 \text{ Pa})^2 \times 1.25 \times 10^3 \text{ Pa} = 4.375 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$$

35. (15分)

【答案】(1) 19(1分) bc(2分)

(2) 逐渐增强(1分)  $sp^3$ (1分)  $sp^2$ (1分)

(3) 锂(1分) 因为锂氮层中锂氮比为 2:1, 即为  $\text{Li}_2\text{N}$ , 不符合化学式  $\text{Li}_3\text{N}$ , 所以应该有 Li 层(2分)

(4) ① 0.5, 0.5, 0(1分) ② 八面体(1分) 2(1分) ③  $\left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{4}\right) \sqrt[3]{\frac{412}{N_A \times \rho}} \times 10^7$  (3分)

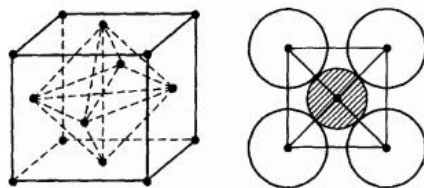
【命题意图】本题综合考查了原子结构、分子结构、晶体结构等物质结构相关知识, 渗透了“宏观辨识与微观探析”学科素养。

【解析】(1) K 原子核外共有 19 个电子, 其运动状态不同; 焰色试验的本质是电子接受能量发生跃迁, 由基态跃迁到激发态, 即能量较高的电子层, 该电子从能量较高的电子层又回到基态时, 多余能量释放出来, 可能会产生不同的焰色, 由此得出 bc 符合题意。

(2) 离子性减弱, 共价性增强, 微粒间的作用会减弱, 其沸点会降低, 由此可以得出答案; 根据  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  成键特点, 得出 S、C 原子的杂化形式分别为  $sp^3$ 、 $sp^2$ 。

(3) 根据已知的结构特点, 可以得出锂氮层中锂氮比为 2:1, 即为  $\text{Li}_2\text{N}$ , 不符合化学式  $\text{Li}_3\text{N}$ , 所以应该有 Li 层。

(4) ① 根据晶胞图示特点, 易得出 B 的原子分数坐标为 (0.5, 0.5, 0)。② 根据试题提供的晶胞结构可以得出, N 原子位于 Mo 原子构成的八面体中, 若  $\text{Li}^+$  位于该晶胞的八面体空隙中, 则一个晶胞中最多能够填入 2 个  $\text{Li}^+$ 。③ 该晶胞中含有 2 个  $\text{Mo}_2\text{N}$ , 设晶胞边长为 a cm, 则  $2 \times 206 / (N_A \times a^3) = \rho$ , 由此



得出  $a = \sqrt[3]{\frac{412}{N_A \times \rho}}$  cm; 最近的 Mo 是顶角与面心的两个离子

间距离, 即为  $\frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt[3]{\frac{412}{N_A \times \rho}}$  cm (Mo 原子的直径)。根据立体几何知识, 容易得出 Mo 所围成的八面体空隙

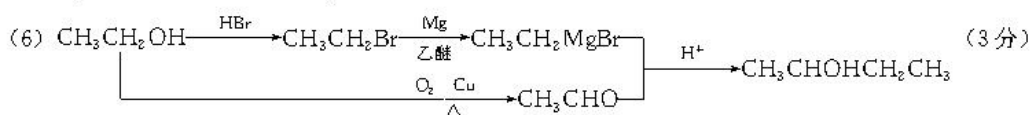
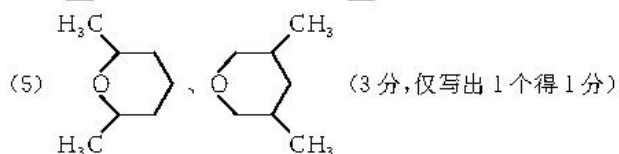
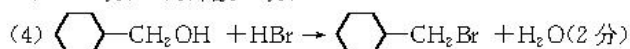
最大, 所能够容纳的离子半径最大, 如图所示, 可以得出  $2r_{\text{Li}} + 2r_{\text{Mo}} = a$ , 所以  $r_{\text{Li}} = \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{4}\right) \sqrt[3]{\frac{412}{N_A \times \rho}}$  cm。

36. (15分)

【答案】(1) be(2分, 少选 1 个扣 1 分)

(2) 碳碳双键、酯基(2分,每个1分) 加成反应(或还原反应)(1分)

(3) Na(1分) 丙烯酸(1分)



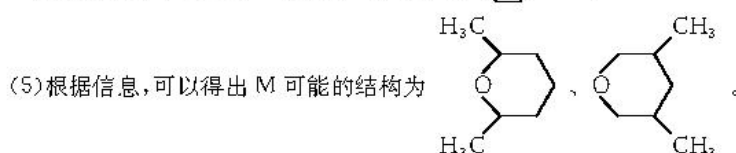
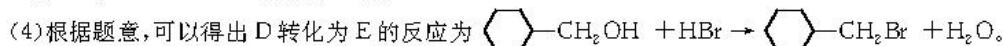
【命题意图】本题通过废弃的油脂为原料制备一种赋香剂,综合考查了中学有机化学基础知识与能力应用,渗透了“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”学科素养。

【解析】根据题意,借助试题提供的信息,可以得出 C 为 、D 为 、E 为 、F 为 、G 为 。

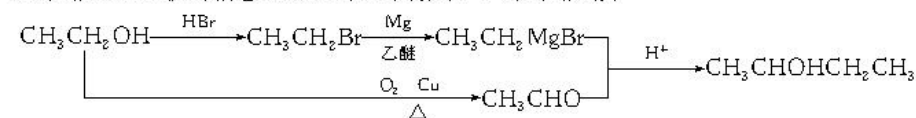
(1) 油脂不属于高分子化合物, a 错误; 人体摄入油脂, 油脂能够储备能量, 还能够提供能量, 另外油脂水解产生的亚油酸、亚麻酸是人体必需的脂肪酸, 人体难以自己合成, b 正确; 天然油脂含有维生素、色素等杂质, 属于混合物, c 错误; 油脂在碱性条件的水解属于皂化反应, d 错误; 植物油类与氢气加成反应后转化为脂肪类化合物, 该氢化又叫硬化反应, 属于加成反应, e 正确。

(2) 根据 K 的结构特点, 可以得出 K 分子中含有的官能团有碳碳双键及酯基; 根据官能团的转化特点, 可以得出 C→D 的反应类型为加成反应或还原反应。

(3) G 中含有的官能团为醇羟基, 检验羟基常用的试剂为金属 Na, 根据 K 逆推理, 可以得出 X 的结构简式为  $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ , 名称为丙烯酸。



(6) 根据试题提供的信息可以得出乙醇合成 2-丁醇的路线为



## 物 理

### 14.【答案】C

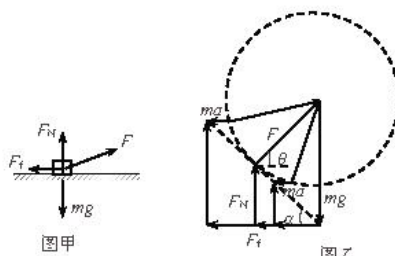
【命题意图】本题考查考生对静电的理解与应用。

【解析】口罩中间层的熔喷无纺布材料一般是聚丙烯,可以通过电晕放电使其带静电,其导电性差,选项 A 错误;熔喷无纺布带有静电,静电的排斥作用使其纤维扩散成网状孔洞,由于静电吸附作用,能将带电颗粒与病毒吸附,选项 B 错误、C 正确;在潮湿的环境下,口罩中间层熔喷无纺布上的静电容易失去,从而使口罩对病毒的隔离性能减弱,选项 D 错误。

### 15.【答案】D

【命题意图】本题考查受力分析、共点力平衡与牛顿运动定律。

【解析】拉杆为轻杆,不计重力,拉杆对行李箱的作用力方向一定沿拉杆方向,选项 A 错误;如图甲所示,行李箱受到四个力作用做匀速运动, $F_1$ 与  $F$  的合力方向竖直向上,选项 B 错误;行李箱做匀速运动时合力为零,平移行李箱受到的四个力的矢量,组成一个封闭的四边形(如图乙所示),不改变拉力  $F$  的大小只改变  $F$  的方向,则  $F_1$  与  $F_N$  的大小会相应改变,设  $F_1$  与  $F_N$  的合力的方向与地面夹角为  $\alpha$ ,由  $\tan\alpha = \frac{F_N}{F_1} = \frac{1}{\mu}$  知  $\alpha$  不变,由牛顿运动定律



知这时行李箱均有与  $F_1$  方向相同的合力  $ma$ (即这时箱的加速度  $a$  的方向与速度  $v$  的方向相反),行李箱均做匀减速运动,选项 C 错误、D 正确。

### 16.【答案】C

【命题意图】本题考查光电效应现象及规律。

【解析】微光夜视仪是一种利用光电效应现象的特殊望远镜,光阴极发出的光电子经光电倍增器加速,再聚焦、放大、成像;红外线夜视仪是利用不同温度物体辐射的红外线频率、强度不同,通过光敏元件转换成电信号成像,选项 A 错误;当入射光频率大于阴极面材料的截止频率时产生光电效应现象,有光电子逸出,光阴极带正电,选项 B 错误;设入射光的频率为  $\nu$ ,由光电效应方程  $E_k = h\nu - W$  可知,  $E_k$  可能大于、等于或小于  $W$ ,选项 C 正确;微光夜视仪遇强闪光时,因单位时间内照射到光阴极面的光子数较多,逸出的光电子较多,从而产生晕光现象,与入射光的频率无关,选项 D 错误。

### 17.【答案】C

【命题意图】本题考查开普勒定律与万有引力定律的应用。

【解析】地球绕太阳运行周期为  $T_1 = 1$  年,设火星绕太阳运行周期为  $T_2$ 。由开普勒第三定律有  $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3$ ,得  $T_2 = \sqrt{\frac{27}{8}}$  年。设地球与火星再一次最近至少经过时间  $t$ ,则有  $\frac{t}{T_1} - \frac{t}{T_2} = 1$ ,解得  $t \approx 2.2$  年,选项 C 正确。

### 18.【答案】B

【命题意图】本题考查等量双点电荷电场的分布特点及带电粒子在电场中的运动。

【解析】 $D$ 、 $O$  与两点电荷的距离相等且小于  $C$  点与两点电荷的距离,由电势的叠加可知  $\varphi_D = \varphi_O > \varphi_C$ ,选项 A 错误;给电子适当的初速度,电子可以在  $A$ 、 $B$  两点连线的中垂面内绕  $AB$  的中点为圆心做匀速圆周运动,选项 B 正确;设  $A$ 、 $B$  两点间距为  $L$ ,两点电荷的电量均为  $+Q$ , $CD$  上某点  $M$ ,设  $\angle MAB = \theta$  ( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ), $A$ 、 $B$  两点电荷在  $M$  点形成电场的合场强沿  $CC$  方向,其大小为  $E_M = \frac{2kQ\sin\theta}{\left(\frac{L}{2\cos\theta}\right)^2} = \frac{8kQ}{L^2}$

$\sin\theta \cos^2\theta$ , 由数学知识可知当  $\tan\theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$  ( $\tan 30^\circ < \tan\theta = \frac{\sqrt{2}}{2} < \tan 60^\circ$ ) 时  $E_M$  有最大值, 即电子从  $C$  点沿直线到  $D$  点的过程中所受的电场力先增大后减小再增大, 选项  $C$  错误; 只有电场力做功时, 带电粒子的动能与电势能之和为一个定值, 由于  $D$  点不是圆上电势最高的点, 故质子从  $D$  点离开圆时动能不是最小的, 选项  $D$  错误。

19. 【答案】BC

【命题意图】本题考查考生对运动学图像的理解与匀变速运动规律的应用。

【解析】由匀变速运动规律有  $v_B = v_A + at$ ,  $x = v_A t + \frac{1}{2}at^2$ , 可得  $\frac{x}{t} = v_B - \frac{1}{2}at$ ; 由图乙知, 小球运动到斜面底端时速度大小为  $v_B = 6 \text{ m/s}$ , 选项  $B$  正确; 小球在斜面上做匀加速运动, 平均速度小于  $6 \text{ m/s}$ , 选项  $A$  错误; 由  $-\frac{1}{2}a = -\frac{6}{2} \text{ m/s}^2$  得, 小球在斜面上运动的加速度大小为  $a = 6 \text{ m/s}^2$ , 选项  $C$  正确; 由  $v_B = at_0$  得, 小球在斜面上运动的时间为  $t_0 = 1 \text{ s}$ , 选项  $D$  错误。

20. 【答案】BD

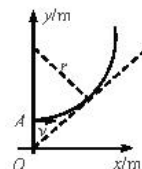
【命题意图】本题考查考生对理想变压器规律的理解与应用。

【解析】设电流表示数为  $I_2$ , 副线圈两端的电压为  $U_2 = 2I_2 R$ , 原线圈两端的电压  $U_1 = \frac{n_1}{n_2} U_2 = \frac{1}{2} U_2$ , 原线圈电流  $I_1 = \frac{n_2}{n_1} I_2 = 2I_2$ ,  $L_1$ 、 $L_2$  两灯泡消耗的功率之比为  $\frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1^2 R}{I_2^2 R} = \frac{4}{1}$ , 选项  $A$  错误; 电源输出电压的有效值  $U = 120 \text{ V}$ , 由闭合电路欧姆定律得  $U = I_1 R + U_1$ , 代入数据解得  $I_2 = 8 \text{ A}$ , 选项  $B$  正确;  $I_1 = 16 \text{ A}$ , 电源的输出功率  $P = I_1 U = 1920 \text{ W}$ , 选项  $C$  错误; 当滑动变阻器的滑片向下滑动时, 变压器负载电阻变大, 输出电流  $I_2$  减小,  $I_1$  减小, 电压表的示数变大, 选项  $D$  正确。

21. 【答案】AB

【命题意图】本题考查带电粒子在有界磁场中运动的临界与极值问题。

【解析】因为所有粒子均不从磁场右边界射出, 所以所有粒子在磁场中均做半个圆周运动, 从  $y$  轴上射出磁场, 运动时间均为  $t = \frac{1}{2} T = \frac{\pi m}{Bq}$ , 选项  $A$  正确; 速率  $v_m = 10^2 \text{ m/s}$  的粒子恰好不从磁场右边界射出, 其轨迹圆与直线  $y = x$  相切(如图所示), 设粒子轨迹圆的半径为  $r$ , 由几何关系有  $r + \sqrt{2}r - 1 = \sqrt{2}r$ , 解得  $r = 1 \text{ m}$ , 由  $Bqv = m \frac{v^2}{r}$ , 得  $\frac{q}{m} = 2 \times 10^2 \text{ C/kg}$ , 选项  $B$  正确; 磁场中区域的最小面积  $S = \frac{1}{2} \pi r^2 = \frac{\pi}{2} \text{ m}^2$ , 选项  $C$  错误; 速率最大的粒子从  $A$  点运动到直线  $y = x$  处的轨迹圆心角  $\theta = \frac{\pi}{4}$ , 粒子从直线  $y = x$  处到从  $y$  轴射出磁场运动的时间为  $t = \frac{\pi - \theta}{2\pi} T = \frac{(\pi - \theta)m}{qB} = \frac{3\pi}{4} \times 10^{-2} \text{ s}$ , 选项  $D$  错误。



22. 【答案】(1) > (2分) (2)  $\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2}$  (1分)  $\frac{m_2}{m_1 d} \sqrt{\frac{g}{2h}}$  (2分)

【命题意图】本题考查动量守恒与实验数据的分析处理能力, 意在考查考生的科学思维与科学探究能力。

【解析】(1) 选向右为正方向, 设小球 1 碰前的速度为  $v_0$ , 若两小球发生弹性碰撞, 则有

$$m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2, \quad \frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2, \quad \text{解得 } v_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_0}{m_1 + m_2}$$

碰后球 1 反弹, 则  $v_1 < 0$ , 可得  $m_2 > m_1$

(2) 若两球在碰撞过程中动量守恒, 则有  $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$ , 其中  $v_0 = \frac{d}{t_1}$ ,  $v_1 = -\frac{d}{t_2}$ ;  $h = \frac{1}{2} g t^2$ ,  $x = v_2 t$ ;



可得  $\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} = \frac{m_2}{m_1 d} \sqrt{\frac{g}{2h}} x$

故  $(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2}) - x$  图像(直线)的斜率  $k = \frac{m_2}{m_1 d} \sqrt{\frac{g}{2h}}$

23. 【答案】(1)0.42 2.25(2.24 ~2.26 均可得分)(每空 1 分,共 2 分)

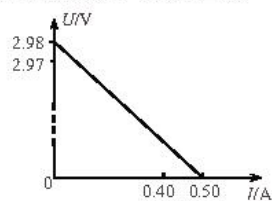
(2)解析图(2 分) 2.98(1 分) 5.96(1 分)

(3)1.49 1.77(每空 2 分,共 4 分)

【命题意图】本题考查伏安法测电源电动势与内阻及误差分析,意在考查考生的科学思维与科学探究能力。

【解析】(1)电流表量程为 0.6 A,最小刻度为 0.02 A,读数为  $I = 0.42$  A;电压表量程为 3 V,最小刻度为 0.1 V,读数为  $U = 2.25$  V。(2.24 V~2.26 V 均可认为正确)

(2)由闭合电路欧姆定律可知,当开关  $S_2$  掷 1 时,因电流表分压,导致路端电压测量值偏小,实际应为  $U = E - I(r + R_A)$ ,可知这种情况下  $U-I$  图线与两坐标轴交点的坐标值分别为  $(0, E)$ 、 $(\frac{E}{R_A + r}, 0)$ ;当开关  $S_2$  掷 2 时,因电压表分流,导致电源电流的测量值偏小,实际应为  $U = E - (I + \frac{U}{R_V})r$ ,可知这种情况下  $U-I$  图线与两坐标轴交点的坐标值分别为  $(0, \frac{ER_V}{R_V + r})$ 、 $(\frac{E}{r}, 0)$ 。若两电表均为理想电表,则电源



的  $U-I$  图线如图所示。故  $E = 2.98$  V,由  $\frac{E}{r} = 0.5$  A 得  $r = 5.96 \Omega$ 。

(3)由  $\frac{E}{R_A + r} = 0.4$  A 得  $R_A = 1.49 \Omega$ ;由  $\frac{ER_V}{R_V + r} = 2.97$  V 得  $R_V \approx 1770 \Omega \approx 1.77$  k $\Omega$ 。

24. 【答案】(1)0.1 kg 0.3 m (2)210 N/m

【命题意图】本题考查牛顿运动定律、机械能守恒定律与平抛运动规律,意在通过圆周运动、平抛运动,结合图像考查运动的综合分析能力。

【解析】(1)小球在半圆轨道的最高点处,由牛顿第二定律有

$$F_N + mg = m \frac{v^2}{r}, \text{即 } F_N = -mg + m \frac{v^2}{r} \quad (3 \text{ 分})$$

由乙图知,  $-mg = -1$  N,可得  $m = 0.1$  kg (1 分)

当  $F_N = 0$  时,  $v_0^2 = 3 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ ,可得  $r = 0.3$  m (1 分)

(2)当弹簧压缩量为  $x$  静止释放小球后,弹簧对小球做功  $W = \frac{kx}{2} x = \frac{1}{2} kx^2$  (1 分)

以半圆轨道最低点所在的水平面为重力势能的零势面,由功能关系知,小球在半圆轨道最高点处的机械能为  $mg \cdot 2r + \frac{1}{2} mv^2 = W$  (3 分)

小球离开半圆轨道最高点做平抛运动,设历时  $t$  经过挡板  $P$  的最高点,由平抛运动规律有

$$2r - h = \frac{1}{2} gt^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$2r = vt \quad (1 \text{ 分})$$

代入数据联立解得  $k = 210$  N/m (1 分)

25. 【答案】(1)0.75 (2)1 T (3)1 m/s

【命题意图】本题考查电磁感应定律、闭合电路欧姆定律、安培力、牛顿运动定律与动量定理。

【解析】(1)由题意有  $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$  (1 分)

可得  $\mu = \tan \theta = 0.75$  (1 分)

(2)金属棒在斜面上运动速度为  $v$  时,电阻  $R$  两端电压为  $U = \frac{BLv}{R+r}R$  (2分)

电阻  $R$  两端的电压随时间均匀增大,可知  $v$  与时间  $t$  成正比,金属棒在斜面上做匀加速运动 (1分)

金属棒在斜面上运动时,受到的安培力大小为  $F_A = BIL = B \frac{BLv}{R+r}L = \frac{B^2L^2v}{R+r}$  (2分)

由牛顿第二定律得  $F - F_A = ma$  (1分)

代入题给数据有  $(1 - \frac{B^2L^2}{R+r})v + 0.8 = ma$

由于  $a$  不随  $v$  变化,故有  $1 - \frac{B^2L^2}{R+r} = 0$  (3分)

解得  $B = 1 \text{ T}$  (1分)

(3)由第(2)问的分析知金属棒在斜面上运动的加速度大小为  $a = 2 \text{ m/s}^2$  (1分)

设金属棒滑到斜面底端时的速度为  $v_1$ ,则  $v_1^2 = 2ax$  (1分)

可得  $v_1 = 2 \text{ m/s}$  (1分)

设撤去拉力后金属棒在光滑的水平导轨上做减速运动时间为  $t_2$ ,最终速度为  $v$  做匀速运动。

对棒由动量定理有  $-B\bar{I}L t_2 = mv - mv_1$  (2分)

此过程中通过金属棒的电荷量为  $\bar{I}t_2 = CBLv$  (2分)

解得  $v = 1 \text{ m/s}$  (1分)

33. (15分)

(1)【答案】放热(2分) 减小(2分) 不变(1分)

【命题意图】本题考查气体实验定律的微观解释与热力学第一定律的应用。

【解析】根据  $\frac{1}{V}p$  图像可知,从状态  $A$  到状态  $B$  的过程中,气体的体积不变,不对外做功,气体温度减小,内能减小,由热力学第一定律知气体向外界放热;从状态  $B$  到状态  $C$  的过程中,气体体积增大,单位体积内分子数减小,单位时间内碰撞器壁单位面积上的气体分子个数减小;状态  $C$  到状态  $A$  的过程中气体温度不变,内能不变。

(2)【答案】(i) 33 cm (ii) 72.5 °C

【命题意图】本题通过图像的考查气体实验与理想气体状态方程的应用能力。

【解析】(i) 设细玻璃管的横截面积为  $S$ ,开始时管内封闭端气体压强为

$$p_1 = p_0 + h \quad (1分)$$

$$\text{旋转后封闭端气体压强为 } p_2 = p_0 - 2h \sin \theta \quad (1分)$$

$$\text{由玻意耳定律有 } p_1 L_1 S = p_2 (L_1 + h) S \quad (2分)$$

$$\text{代入数据解得 } L_1 = 33 \text{ cm} \quad (1分)$$

$$(ii) \text{开始时封闭端气体温度 } T_1 = 273 + t_1 \quad (1分)$$

$$\text{加热后气体的温度为 } T = 273 + t \quad (1分)$$

$$\text{由理想气体状态方程得 } \frac{p_1 L_1 S}{T_1} = \frac{p_0 (L_1 + h) S}{T} \quad (2分)$$

$$\text{代入数据解得 } t = 72.5 \text{ °C} \quad (1分)$$

34. (15分)

【答案】(1) ABD

【命题意图】本题考查考生对简谐运动的理解能力。

【解析】简谐运动的动力学特征是  $F = -kx$ ,即物体离开平衡位置后受到一个指向平衡位置的回复力  $F$  的作用,且  $F$  的大小与物体离开平衡位置的位移大小  $x$  成正比。图 a 中小球拉离平衡位置一小段距离  $x$  静止释放后,小球受到的合力  $F = -kx$  提供回复力,小球做简谐运动,选项 A 正确;图 b 中小球拉离平

平衡位置一小段距离  $x$  静止释放后,小球受到的合力  $F = -mg \sin\theta \approx -\frac{mg}{R}x$  提供回复力,小球做简谐运动,选项 B 正确;图 c 中小球在斜面上运动受到的合力大小  $F = mg \sin\theta$  恒定,小球的运动不是简谐运动,选项 C 错误;图 d 中将密度计向下压离平衡位置一小段距离  $x$  静止释放后,密度计受到合力  $F = -\rho g Sx$  提供回复力,密度计做简谐运动,选项 D 正确;图 e 中足球在运动过程中回复力大小与位移大小不是正比关系,足球不做简谐运动,选项 E 错误。

【答案】(2)(i)  $t = \frac{n^2 h}{c \sqrt{n^2 - 1}}$  (ii)  $0.21 \text{ m}^2$

【命题意图】本题考查光的折射定律与全反射应用。

【解析】(i)线状光源发出的光,在水面处发生全反射的临界角  $C$  满足

$$\sin C = \frac{1}{n} \quad (1 \text{ 分})$$

射出水面的光在水下运行的最长距离  $x = \frac{h}{\cos C}$  (1分)

光在水中的传播速度  $v = \frac{c}{n}$  (1分)

则光射出水面最长时间  $t = \frac{x}{v}$  (1分)

解得  $t = \frac{n^2 h}{c \sqrt{n^2 - 1}}$  (1分)

(ii)线状光源两 endpoint 发出的光能射出水面的区域为圆形,其半径  $r = h \tan C$  (1分)

水面上有光射出的区域为两端是半径为  $r$  的半圆,中间是长为  $L$ 、宽为  $2r$  的矩形

其面积为  $S = \pi r^2 + 2rL$  (3分)

代入数据解得  $S = 0.21 \text{ m}^2$  (1分)

## 关于我们

**自主选拔在线**（原自主招生在线）创办于 2014 年，历史可追溯至 2008 年，隶属北京太星网络科技有限公司，是专注于**中国拔尖人才培养**的升学咨询在线服务平台。主营业务涵盖：新高考、学科竞赛、强基计划、综合评价、三位一体、高中生涯规划、志愿填报等。

自主选拔在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户达百万量级，网站年度流量超 1 亿量级。用户群体涵盖全国 31 省市，全国超 95% 以上的重点中学老师、家长及考生，更有许多重点高校招办老师关注，行业影响力首屈一指。

自主选拔在线平台一直秉承“专业、专注、有态度”的创办公念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供中学拔尖人才培养咨询服务，为广大高校、中学和教研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和全国数百所重点中学达成深度战略合作，累计举办线上线下升学公益讲座千余场，直接或间接帮助数百万考生顺利通过强基计划（自主招生）、综合评价和高考，进入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力，2019 年荣获央广网“年度口碑影响力在线教育品牌”。

未来，自主选拔在线将立足于全国新高考改革，全面整合高校、中学及教育机构等资源，依托在线教育模式，致力于打造更加全面、专业的**新高考拔尖人才培养**服务平台。



 微信搜一搜

 自主选拔在线