

绝密★启封并使用完毕前

## 2017 年普通高等学校招生全国统一考试 理科综合能力测试（北京卷）

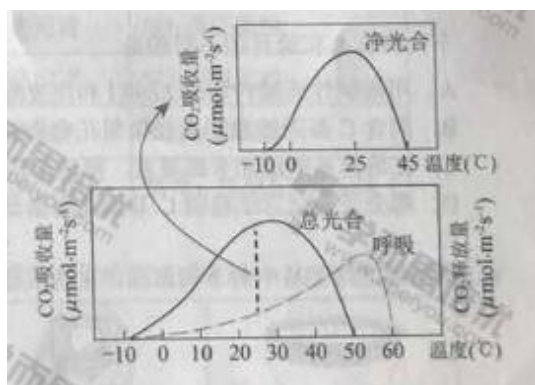
本试卷共 16 页，共 300 分。考试时长 150 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16

### 第一部分（选择题 共 120 分）

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

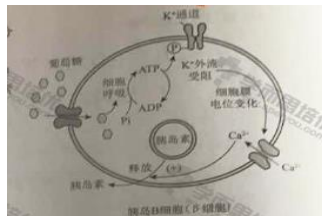
- 洋葱根尖和小鼠骨髓细胞都能用于观察细胞有丝分裂，比较实验操作和结果，叙述正确的是
  - 都需要用盐酸溶液使细胞相互分离
  - 都需要用低倍镜找到分裂细胞再换高倍镜观察
  - 在有丝分裂中期都能观察到染色体数目加倍
  - 在有丝分裂末期都能观察到细胞板
- 某植物光合作用、呼吸作用与温度的关系如图。据此，对该植物生理特性理解错误的是



- 呼吸作用的最适温度比光合作用的高
  - 净光合作用的最适温度约为 25°C
  - 在 0~25°C 范围内，温度变化对光合速率的影响比对呼吸速率的大
  - 适合该植物生长的温度范围是 10~50°C
- 酸雨指 pH 小于 5.6 的大气降水。在实验室中模拟酸雨喷淋樟树和楝树的树苗。结果发现，

楝树的高度比对照组低约 40%，而樟树的高度没有明显差异。结合生态学知识所作的合理推测是

- A. 酸雨对楝树种群中个体的株高影响较明显
  - B. 酸雨对樟树种群密度的影响比对楝树的大
  - C. 森林生态系统物种丰（富）度不受酸雨影响
  - D. 楝树生长的群落中，其他树种都不耐酸雨
4. 细胞外葡萄糖浓度调节胰岛 B 细胞（ $\beta$  细胞）分泌胰岛素的过程如图，对其理解错误的是



- A. 细胞呼吸将葡萄糖中的化学能贮存在 ATP 中
  - B.  $Ca^{2+}$  内流促使细胞通过胞吐方式释放胰岛素
  - C. 细胞外葡萄糖浓度降低会促使胰岛素释放
  - D. 该过程参与了血糖浓度的反馈调节机制
5. 为了增加菊花花色类型，研究者从其他植物中克隆出花色基因 C（图 1），拟将其与质粒（图 2）重组，再借助农杆菌导入菊花中。








下列操作与实验目的不符的是

- A. 用限制性核酸内切酶 **EcoRI** 和连接酶构建重组质粒
- B. 用含 C 基因的农杆菌侵染菊花愈伤组织，将 C 基因导入细胞
- C. 在培养基中添加卡那霉素，筛选被转化的菊花细胞

D. 用分子杂交方法检测 C 基因是否整合到菊花染色体上

6. 古丝绸之路贸易中的下列商品，主要成分属于无机物的是

			
A. 瓷器	B. 丝绸	C. 茶叶	D. 中草药

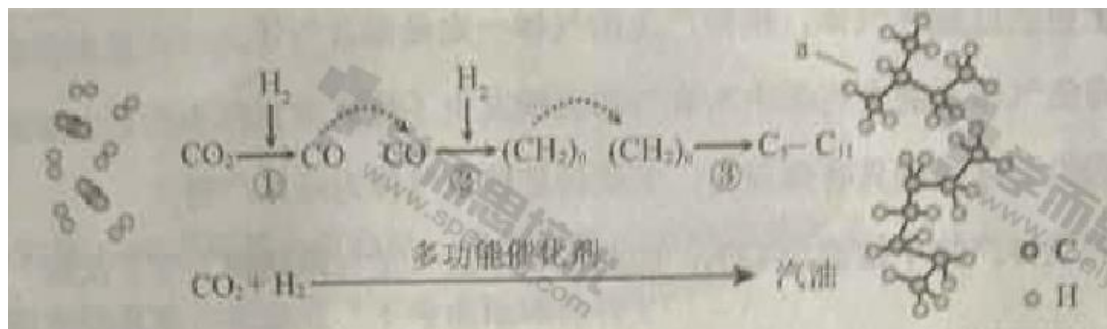
7. 2016 年 IUPAC 命名 117 号元素为  $T_s$  (中文名“”，tián)， $T_s$  的原子核外最外层电子数是 7. 下列说法不正确的是

- A.  $T_s$  是第七周期第 VIIA 族元素    B.  $T_s$  的同位素原子具有相同的电子数  
C.  $T_s$  在同族元素中非金属性最弱    D. 中子数为 176 的  $T_s$  核素符号是  ${}_{117}^{176}T_s$

8. 下列变化中，气体被还原的是

- A. 二氧化碳使  $Na_2O_2$  固体变白    B. 氯气使  $KBr$  溶液变黄  
C. 乙烯使  $Br_2$  的四氯化碳溶液褪色    D. 氨气使  $AlCl_3$  溶液产生白色沉淀

9. 我国在  $CO_2$  催化加氢制取汽油方面取得突破性进展， $CO_2$  转化过程示意图如下：



下列说法不正确的是

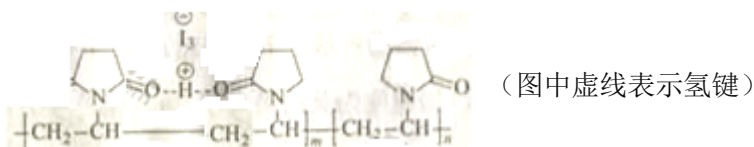
- A. 反应①的产物中含有水    B. 反应②中只有碳碳键形式  
C. 汽油主要是  $C_5 \sim C_{11}$  的烃类混合物    D. 图中 a 的名称是 2-甲基丁烷

10. 根据  $SO_2$  通入不同溶液中实验现象，所得结论不正确的是

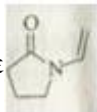
	实验	现象	结论
A	含 $HCl$ 、 $BaCl_2$ 的 $FeCl_3$ 溶液	产生白色沉淀	$SO_2$ 有还原性
B	$H_2S$ 溶液	产生黄色沉淀	$SO_2$ 有氧化性

C	酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液	紫色溶液褪色	$\text{SO}_2$ 有漂白性
D	$\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 溶液	产生胶状沉淀	酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$

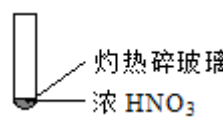
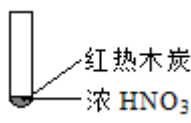
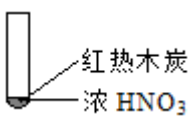
11. 聚维酮碘的水溶液是一种常见的碘伏类缓释消毒剂，聚维酮通过氢键与  $\text{HI}_3$  形成聚维酮碘，其结构表示如下：



下列说法不正确的是

- A. 聚维酮的单体是 
- B. 聚维酮分子由  $(m+n)$  个单体聚合而成
- C. 聚维酮碘是一种水溶性物质
- D. 聚维酮在一定条件下能发生水解反应

12. 下述实验中均有红棕色气体产生，对比分析所得结论不正确的是

 <p>灼热碎玻璃 浓 <math>\text{HNO}_3</math></p>	 <p>红热木炭 浓 <math>\text{HNO}_3</math></p>	 <p>红热木炭 浓 <math>\text{HNO}_3</math></p>
①	②	③

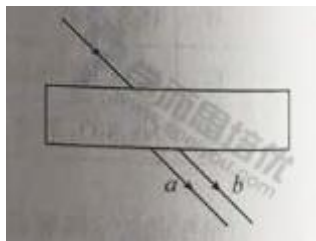
- A. 由①中的红棕色气体，推断产生的气体一定是混合气体
- B. 红棕色气体不能表明②中木炭与浓硝酸产生了反应
- C. 由③说明浓硝酸具有挥发性，生成的红棕色气体为还原产物
- D. ③的气体产物中检测出  $\text{CO}_2$ ，由此说明木炭一定与浓硝酸发生了反应

13. 以下关于热运动的说法正确的是

- A. 水流速度越大，水分子的热运动越剧烈
- B. 水凝结成冰后，水分子的热运动停止
- C. 水的温度越高，水分子的热运动越剧烈
- D. 水的温度升高，每一个水分子的运动速率都会增大

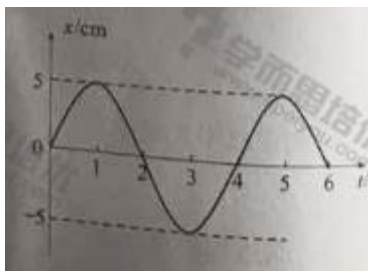
14. 如图所示，一束可见光穿过平行玻璃砖后，变为  $a$ 、 $b$  两束单色光。如果光束  $b$  是蓝光，则光束  $a$  可能是

- A. 红光                      B. 黄光                      C. 绿光                      D. 紫光

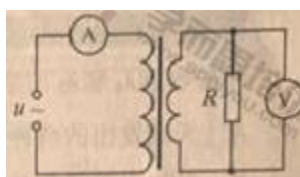


15. 某弹簧振子沿  $x$  轴的简谐振动图像如图所示，下列描述正确的是

- A.  $t=1\text{s}$  时，振子的速度为零，加速度为负的最大值  
 B.  $t=2\text{s}$  时，振子的速度为负，加速度为正的最大值  
 C.  $t=3\text{s}$  时，振子的速度为负的最大值，加速度为零  
 D.  $t=4\text{s}$  时，振子的速度为正，加速度为负的最大值



16. 如图所示，理想变压器的原线圈接在  $u = 220\sqrt{2}\sin\pi t$  (V) 的交流电源上，副线圈接有  $R = 55\Omega$  的负载电阻，原、副线圈匝数之比为 2:1，电流表、电压表均为理想电表。下列说法正确的是



- A. 原线圈的输入功率为  $220\sqrt{2}\text{W}$   
 B. 电流表的读数为 1A  
 C. 电压表的读数为  $110\sqrt{2}\text{V}$   
 D. 副线圈输出交流电的周期为 50s

17. 利用引力常量  $G$  和下列某一组数据，不能计算出地球质量的是

- A. 地球的半径及重力加速度（不考虑地球自转）

B. 人造卫星在地面附近绕地球做圆周运动的速度及周期

C. 月球绕地球做圆周运动的周期及月球与地球间的距离

D. 地球绕太阳做圆周运动的周期及地球与太阳间的距离

18. 2017 年年初, 我国研制的“大连光源”——极紫外自由电子激光装置, 发出了波长在  $100\text{nm}$  ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ) 附近连续可调的世界最强极紫外激光脉冲, 大连光源因其光子的能量大、密度高, 可在能源利用、光刻技术、雾霾治理等领域的研究中发挥重要作用。

一个处于极紫外波段的光子所具有的能量可以电离一个分子, 但又不会把分子打碎。据此判断, 能够电离一个分子的能量约为 (取普朗克常量  $h=6.6\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ , 真空光速  $c=3\times 10^8\text{m/s}$ )

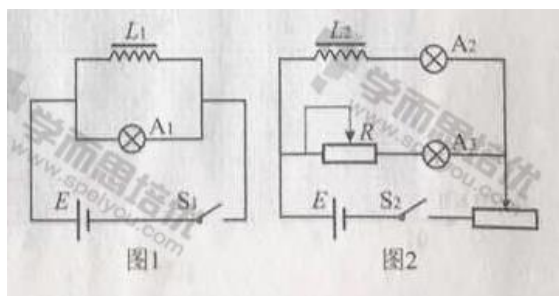
A.  $10^{-21}\text{J}$

B.  $10^{-18}\text{J}$

C.  $10^{-15}\text{J}$

D.  $10^{-12}\text{J}$

19. 图 1 和图 2 是教材中演示自感现象的两个电路图,  $L_1$  和  $L_2$  为电感线圈。实验时, 断开开关  $S_1$  瞬间, 灯  $A_1$  突然闪亮, 随后逐渐变暗; 闭合开关  $S_2$ , 灯  $A_2$  逐渐变亮, 而另一个相同的灯  $A_3$  立即变亮, 最终  $A_2$  与  $A_3$  的亮度相同。下列说法正确的是



A. 图 1 中,  $A_1$  与  $L_1$  的电阻值相同

B. 图 1 中, 闭合  $S_1$ , 电路稳定后,  $A_1$  中电流大于  $L_1$  中电流

C. 图 2 中, 变阻器  $R$  与  $L_2$  的电阻值相同

D. 图 2 中, 闭合  $S_2$  瞬间,  $L_2$  中电流与变阻器  $R$  中电流相等

20. 物理学原理在现代科技中有许多重要应用。例如, 利用波的干涉, 可将无线电波的干涉信号用于飞机降落的导航。

如图所示，两个可发射无线电波的天线对称地固定于飞机跑道两侧，它们类似于杨氏干涉实验中的双缝。两天线同时都发出波长为 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 的无线电波。飞机降落过程中，当接收到 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 的信号都保持最强时，表明飞机已对准跑道。下列说法正确的是



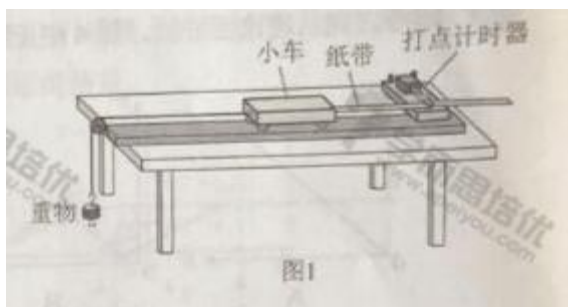
- A. 天线发出的两种无线电波必须一样强
- B. 导航利用了 $\lambda_1$ 与 $\lambda_2$ 两种无线电波之间的干涉
- C. 两种无线电波在空间的强弱分布稳定
- D. 两种无线电波各自在空间的强弱分布完全重合

## 第二部分（非选择题 共 180 分）

本部分共 11 小题，共 180 分。

21. (18 分)

如图 1 所示，用质量为  $m$  的重物通过滑轮牵引小车，使它在长木板上运动，打点计时器在纸带上记录小车的运动情况。利用该装置可以完成“探究动能定理”的实验。



(1) 打点计时器使用的电源是\_\_\_\_\_（选填选项前的字母）。

- A. 直流电源
- B. 交流电源

(2) 实验中，需要平衡摩擦力和其他阻力。正确操作方法是\_\_\_\_\_（选填选项前的字母）。

- A. 把长木板右端垫高
- B. 改变小车的质量

在不挂重物且\_\_\_\_\_（选填选项前的字母）的情况下，轻推一下小车，若小车拖着纸带做匀

速运动，表明已经消除了摩擦力和其他阻力的影响。

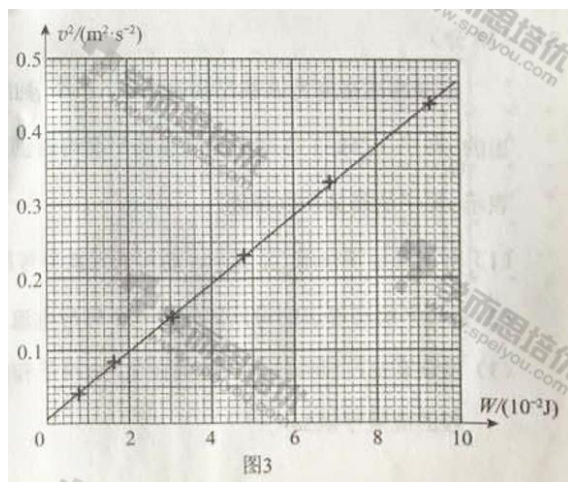
A. 计时器不打点      B. 计时器打点

(3) 接通电源，释放小车，打点计时器在纸带上打下一系列点，将打下的第一个点标为  $O$ 。在纸带上依次去  $A$ 、 $B$ 、 $C$ ……若干个计数点，已知相邻计数点间的时间间隔为  $T$ 。测得  $A$ 、 $B$ 、 $C$ ……各点到  $O$  点的距离为  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ ……，如图 2 所示。

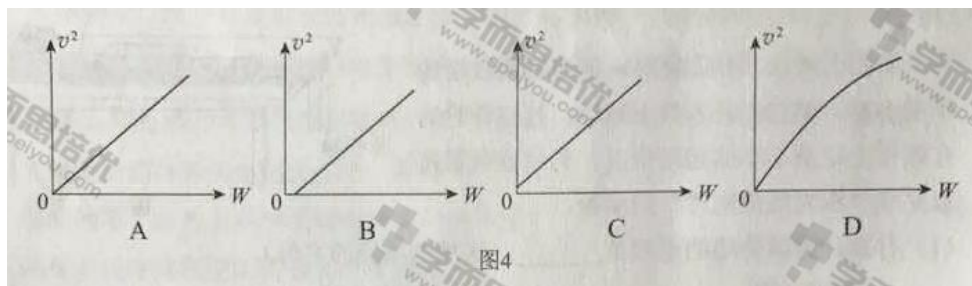


实验中，重物质量远小于小车质量，可认为小车所受的拉力大小为  $mg$ ，从打  $O$  点打  $B$  点的过程中，拉力对小车做的功  $W=$ \_\_\_\_\_，打  $B$  点时小车的速度  $v=$ \_\_\_\_\_。

(4) 以  $v^2$  为纵坐标， $W$  为横坐标，利用实验数据做如图 3 所示的  $v^2-W$  图象。由此图象可得  $v^2$  随  $W$  变化的表达式为\_\_\_\_\_。根据功与能的关系，动能的表达式中可能包含  $v^2$  这个因子；分析实验结果的单位关系，与图线斜率有关的物理量应是\_\_\_\_\_。



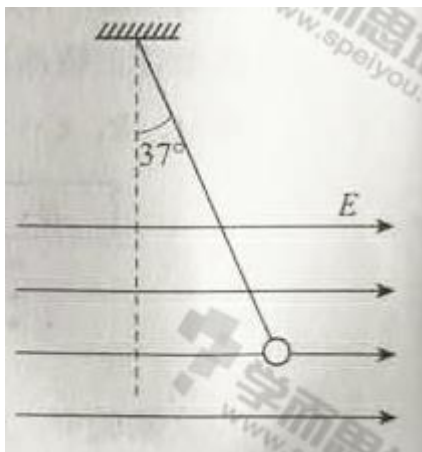
(5) 假设已经完全消除了摩擦力和其他阻力的影响，若重物质量不满足远小于小车质量的条件，则从理论上分析，图 4 中正确反映  $v^2-W$  关系的是\_\_\_\_\_。



22. (16 分)



如图所示，长  $l=1\text{ m}$  的轻质细绳上端固定，下端连接一个可视为质点的带电小球，小球静止在水平向右的匀强电场中，绳与竖直方向的夹角  $\theta=37^\circ$ 。已知小球所带电荷量  $q=1.0\times 10^{-6}\text{ C}$ ，匀强电场的场强  $E=3.0\times 10^3\text{ N/C}$ ，取重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ\approx 0.6$ ， $\cos 37^\circ\approx 0.8$ ，求：



- (1) 小球所受电场力  $F$  的大小。
- (2) 小球的质量  $m$ 。
- (3) 将电场撤去，小球回到最低点时速度  $v$  的大小。

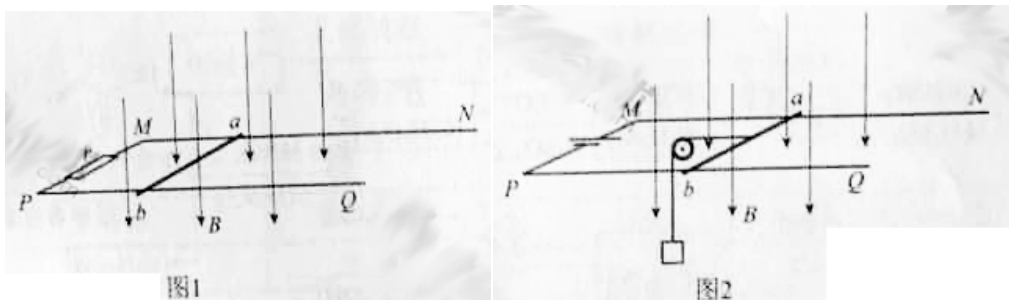
23. (18分)

在磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中，一个静止的放射性原子核发生了一次  $\alpha$  衰变。放射出  $\alpha$  粒子 ( ${}^4_2\text{H}$ ) 在与磁场垂直的平面内做圆周运动，其轨道半径为  $R$ 。以  $m$ 、 $q$  分别表示  $\alpha$  粒子的质量和电荷量。

- (1) 放射性原子核用  ${}^A_Z\text{X}$  表示，新核的元素符号用  $Y$  表示，写出该  $\alpha$  衰变的核反应方程。
- (2)  $\alpha$  粒子的圆周运动可以等效成一个环形电流，求圆周运动的周期和环形电流大小。
- (3) 设该衰变过程释放的核能都转为为  $\alpha$  粒子和新核的动能，新核的质量为  $M$ ，求衰变过程的质量亏损  $\Delta m$ 。

24. (20分)

发电机和电动机具有装置上的类似性，源于它们机理上的类似性。直流发电机和直流电动机的工作原理可以简化为如图 1、图 2 所示的情景。



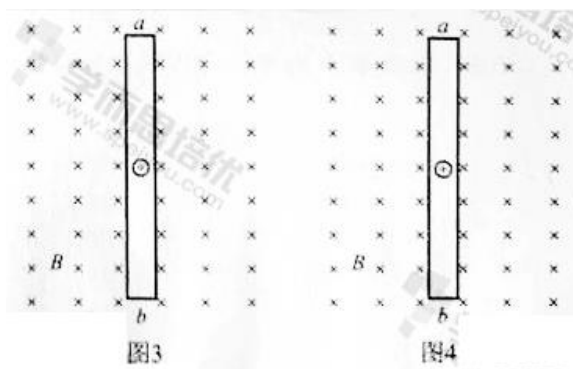
在竖直向下的磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中，两根光滑平行金属轨道  $MN$ 、 $PQ$  固定在水平面内，相距为  $L$ ，电阻不计。电阻为  $R$  的金属导体棒  $ab$  垂直于  $MN$ 、 $PQ$  放在轨道上，与轨道接触良好，以速度  $v$  ( $v$  平行于  $MN$ ) 向右做匀速运动。

图 1 轨道端点  $MP$  间接有阻值为  $r$  的电阻，导体棒  $ab$  受到水平向右的外力作用。图 2 轨道端点  $MP$  间接有直流电源，导体棒  $ab$  通过滑轮匀速提升重物，电路中的电流为  $I$ 。

- (1) 求在  $\Delta t$  时间内，图 1“发电机”产生的电能和图 2“电动机”输出的机械能。
- (2) 从微观角度看，导体棒  $ab$  中的自由电荷所受洛伦兹力在上述能量转化中起着重要作用。为了方便，可认为导体棒中的自由电荷为正电荷。

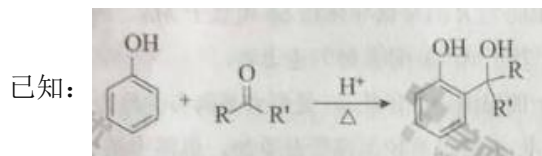
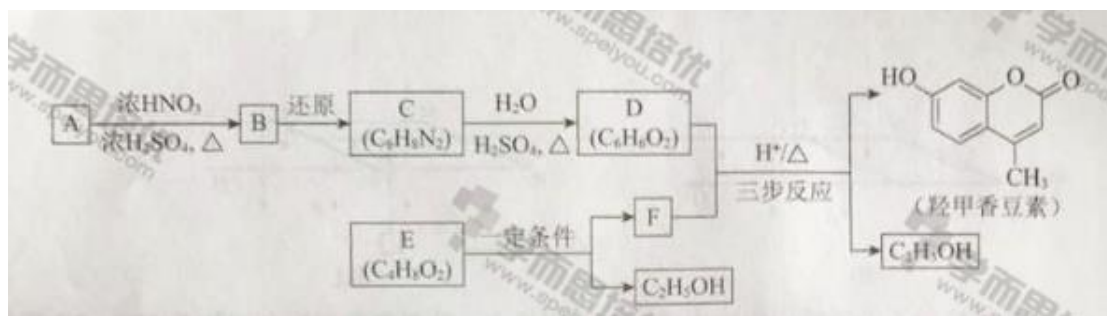
a. 请在图 3 (图 1 的导体棒  $ab$ )、图 4 (图 2 的导体棒  $ab$ ) 中，分别画出自由电荷所受洛伦兹力的示意图。

b. 我们知道，洛伦兹力对运动电荷不做功。那么，导体棒  $ab$  中的自由电荷所受洛伦兹力是如何在能量转化过程中起到作用的呢？请以图 2“电动机”为例，通过计算分析说明。

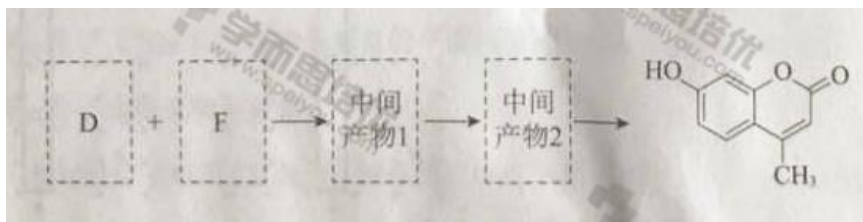


25. (17 分)

羟甲香豆素是一种治疗胆结石的药物，合成路线如下图所示：



- (1) A 属于芳香烃，其结构简式是\_\_\_\_\_。B 中所含的官能团是\_\_\_\_\_。
- (2) C→D 的反应类型是\_\_\_\_\_。
- (3) E 属于脂类。仅以乙醇为有机原料，选用必要的无机试剂合成 E，写出有关化学方程式：\_\_\_\_\_。
- (4) 已知： $2\text{E} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{F} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 。F 所含官能团有  $\text{C}=\text{O}$  和\_\_\_\_\_。
- (5) 以 D 和 F 为原料合成羟甲香豆素分为三步反应，写出有关化合物的结构简式：



26. (13 分)

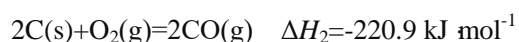
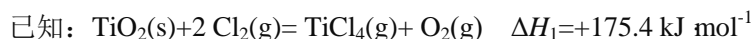
$\text{TiCl}_4$  是由钛精矿（主要成分为  $\text{TiO}_2$ ）制备钛（Ti）的重要中间产物，制备纯  $\text{TiCl}_4$  的流程示意图如下：



资料： $\text{TiCl}_4$  及所含杂质氯化物的性质

化合物	SiCl <sub>4</sub>	TiCl <sub>4</sub>	AlCl <sub>3</sub>	FeCl <sub>3</sub>	MgCl <sub>2</sub>
沸点 / °C	58	136	181 (升华)	316	1412
熔点 / °C	-69	-25	193	304	714
在 TiCl <sub>4</sub> 中的溶解性	互溶	—	微溶		难溶

(1) 氯化过程: TiO<sub>2</sub> 与 Cl<sub>2</sub> 难以直接反应, 加碳生成 CO 和 CO<sub>2</sub> 可使反应得以进行。



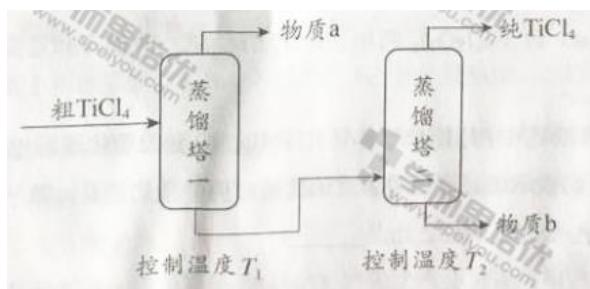
① 沸腾炉中加碳氯化生成 TiCl<sub>4</sub>(g) 和 CO(g) 的热化学方程式: \_\_\_\_\_。

② 氯化过程中 CO 和 CO<sub>2</sub> 可以相互转化, 根据如图判断: CO<sub>2</sub> 生成 CO 反应的  $\Delta H$  \_\_\_\_\_ 0 (填“>”“<”或“=”), 判断依据: \_\_\_\_\_。

③ 氯化反应的尾气须处理后排放, 尾气中的 HCl 和 Cl<sub>2</sub> 经吸收可得粗盐酸、FeCl<sub>3</sub> 溶液, 则尾气的吸收液依次是\_\_\_\_\_。

④ 氯化产物冷却至室温, 经过滤得到粗 TiCl<sub>4</sub> 混合液, 则滤渣中含有\_\_\_\_\_。

(2) 精制过程: 粗 TiCl<sub>4</sub> 经两步蒸馏得纯 TiCl<sub>4</sub>。示意图如下:

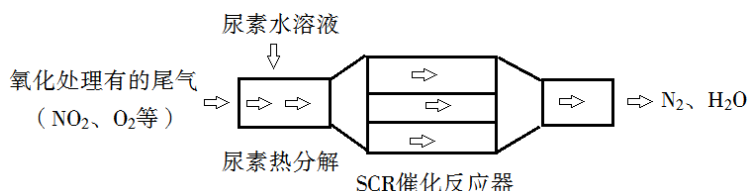


物质 a 是 \_\_\_\_\_, T<sub>2</sub> 应控制在 \_\_\_\_\_。

27. (12 分)

SCR 和 NSR 技术可有效降低柴油发动机在空气过量条件下的 NO<sub>x</sub> 排放。

(1) SCR (选择性催化还原) 工作原理:



① 尿素[CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]水溶液热分解为 NH<sub>3</sub> 和 CO<sub>2</sub>, 该反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

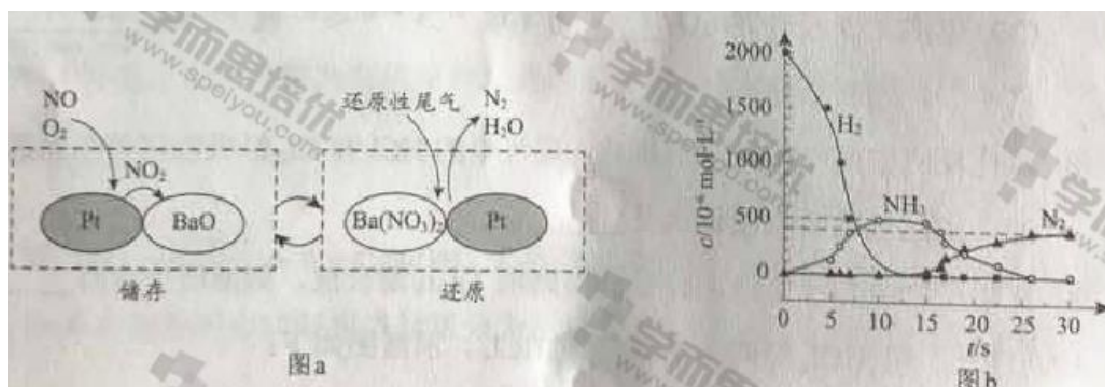
② 反应器中 NH<sub>3</sub> 还原 CO<sub>2</sub> 的化学方程式: \_\_\_\_\_。

③当燃油中含硫量较高时，尾气中  $\text{SO}_2$  在  $\text{O}_2$  作用下会形成  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，使催化剂中毒。用化学方程式表示  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  的形成：\_\_\_\_\_。

④尿素溶液浓度影响  $\text{NO}_2$  的转化，测定溶液中尿素 ( $M=60 \text{ mg L}^{-1}$ ) 含量的方法如下：取  $a \text{ g}$  尿素溶液，将所含氮完全转化为  $\text{NH}_3$ ，所得  $\text{NH}_3$  用过量的  $v_1 \text{ mL } c_1 \text{ mol L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$  溶液吸收完全，剩余  $\text{H}_2\text{SO}_4$  用  $v_2 \text{ mL } c_2 \text{ mol L}^{-1} \text{ NaOH}$  溶液恰好中和，则尿素溶液中溶质的质量分数是\_\_\_\_\_。

(2) NSR ( $\text{NO}_x$  储存还原) 工作原理：

$\text{NO}_x$  的储存和还原在不同时段交替进行，如图 a 所示。



①通过  $\text{BaO}$  和  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  的相互转化实验  $\text{NO}_x$  的储存和还原。储存  $\text{NO}_x$  的物质是\_\_\_\_\_。

②用  $\text{H}_2$  模拟尾气中还原性气体研究了  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  的催化还原过程，该过程分两步进行，图 b 表示该过程相关物质浓度随时间的变化关系。第一步反应消耗的  $\text{H}_2$  与  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  的物质的量之比是\_\_\_\_\_。

③还原过程中，有时会产生笑气 ( $\text{N}_2\text{O}$ )。用同位素示踪法研究发现笑气的产生与  $\text{NO}$  有关。在有氧条件下  $^{15}\text{NO}$  与  $\text{NH}_3$  以一定比例反应时，得到的笑气几乎都是  $^{15}\text{NNO}$ 。将该反应的化学方程式补充完整：\_\_\_\_\_  $\xrightarrow{\text{催化剂}}$   $\square ^{15}\text{NNO} + \square \text{H}_2\text{O}$

28. (16 分)

某小组在验证反应 “ $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$ ” 的实验中检测到  $\text{Fe}^{3+}$ ，发现和探究过程如下。向硝酸酸化的  $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硝酸银溶液 ( $\text{pH} \approx 2$ ) 中加入过量铁粉，搅拌后静置，烧杯底部有黑色固体，溶液呈黄色。

(1) 检验产物

①取少量黑色固体，洗涤后，\_\_\_\_\_ (填操作和现象)，证明黑色固体中含有。

②取上层清液，滴加  $K_3[Fe(CN)_6]$  溶液，产生蓝色沉淀，说明溶液中含有\_\_\_\_\_。

(2) 针对“溶液呈黄色”，甲认为溶液中有，乙认为铁粉过量时不可能有，乙依据的原理是\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。针对两种观点继续实验：

①取上层清液，滴加  $KSCN$  溶液，溶液变红，证实了甲的猜测。同时发现有白色沉淀产生，且溶液颜色变浅、沉淀量多少与取样时间有关，对比实验记录如下：

序号	取样时间/min	现象
i	3	产生大量白色沉淀；溶液呈红色
ii	30	产生白色沉淀；较 3 min 时量少；溶液红色较 3 min 时加深
iii	120	产生白色沉淀；较 30 min 时量少；溶液红色较 30min 时变浅

(资料： $Ag^+$ 与  $SCN^-$  生成白色沉淀  $AgSCN$ )

②对  $Fe^{3+}$  产生的原因作出如下假设：

假设 a: 可能是铁粉表面有氧化层，能产生  $Fe^{3+}$ ；

假设 b: 空气中存在  $O_2$ ，由于\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)，可产生  $Fe^{3+}$ ；

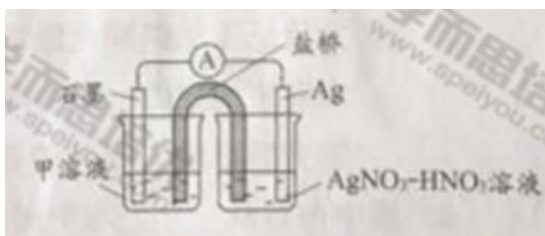
假设 c: 酸性溶液中  $NO_3^-$  具有氧化性，可产生  $Fe^{3+}$ ；

假设 d: 根据\_\_\_\_\_现象，判断溶液中存在  $Ag^+$ ，可产生  $Fe^{3+}$ 。

③下列实验 I 可证实假设 a、b、c 不是产生  $Fe^{3+}$  的主要原因。实验 II 可证实假设 d 成立。

实验 I: 向硝酸酸化的\_\_\_\_\_溶液 ( $pH \approx 2$ ) 中加入过量铁粉，搅拌后静置，不同时间取上层清液滴加  $KSCN$  溶液，3 min 时溶液呈浅红色，30min 后溶液几乎无色。

实验 II: 装置如图。其中甲溶液是\_\_\_\_\_，操作现象是\_\_\_\_\_。

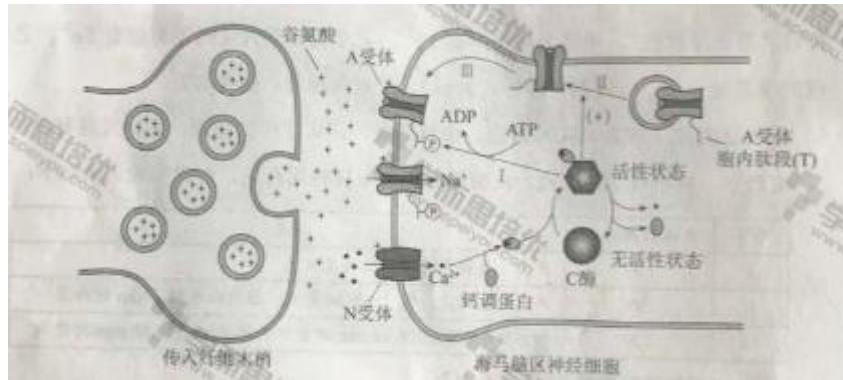


(3) 根据实验现象，结合方程式推测实验 i ~ iii 中  $Fe^{3+}$  浓度变化的原因：\_\_\_\_\_。

29. (16分) 学习、记忆是动物适应环境、使个体得到发展的重要功能。通过电刺激实验，发现学习、记忆功能与高等动物的海马脑区 (H 区) 密切相关。

(1) 在小鼠 H 区的传入纤维上施加单次强刺激，传入纤维末梢释放的\_\_\_\_\_作用于突触后膜的相关受体，突触后膜出现一个膜电位变化。

(2) 如果在 H 区的传入纤维上施加 100 次/秒、持续 1 秒的强刺激 (HFS)，在刺激后几小时之内，只要再施加单次强刺激突触后膜的电位变化都会比未受过 HFS 处理时高 2~3 倍，研究者认为是 HFS 使 H 区神经细胞产生了“记忆”，下图为这一现象可能的机制。



如图所示，突触后膜上的 H 受体被激活后， $Ca^{2+}$ 会以\_\_\_\_\_方式进入胞内， $Ca^{2+}$ 与\_\_\_\_\_共同作用，使 C 酶的\_\_\_\_\_发生改变，C 酶被激活。

(3) 为验证图中所示机制，研究者开展了大量工作，如：

①对小鼠 H 区传入纤维施加 HFS，休息 30 分钟后，检测到 H 区神经细胞的 A 受体总量无明显变化，而细胞膜上的 A 受体数量明显增加，该结果为图中的\_\_\_\_\_（填图中序号）过程提供了实验证据。

②图中 A 受体胞内肽段 (T) 被 C 酶磷酸化后，A 受体活性增强，为证实 A 受体的磷酸化位点位于 T 上，需将一种短肽导入 H 区神经细胞内，以干预 C 酶对 T 的磷酸化，其中，实验组和对照组所用短肽分别应于 T 的氨基酸\_\_\_\_\_

A. 数目不同序列不同    B. 数目相同序列相反    C. 数目相同序列相同

③为验证 T 的磷酸化能增强神经细胞对刺激的“记忆”这一假设，将 T 的磷酸化位点发生突变的一组小鼠，用 HFS 处理 H 区传入纤维，30 分钟后检测 H 区神经细胞突触后膜 A 受体能否磷酸化，请评价该实验方案并加以完善\_\_\_\_\_。

(4) 图中内容从\_\_\_\_\_水平揭示学习、记忆的一种可能机制，为后续研究提供了理论基础。

30. (18 分)

玉米 ( $2n=20$ ) 是我国栽培面积最大的作物，今年来常用的一种单倍体育种技术使玉米新品

种选育更加高效。

(1) 单倍体玉米体细胞的染色体数为\_\_\_\_\_，因此在\_\_\_\_\_分裂过程中染色体无法联会，导致配子中无完整的\_\_\_\_\_。

(2) 研究者发现一种玉米突变体(S)，用 S 的花粉给普通玉米授粉，会结出一定比例的单倍体籽粒(胚是单倍体，胚乳与二倍体籽粒胚乳相同，是含有一整套精子染色体的三倍体。

见图 1)

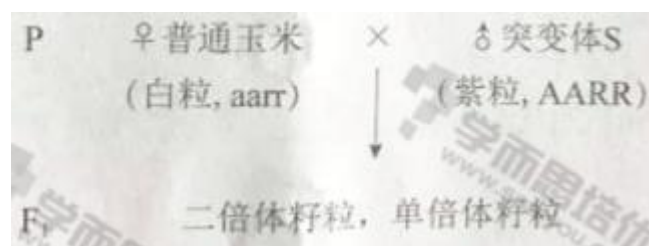
①根据亲本中某基因的差异，通过 PCR 扩增以确定单倍体胚的来源，结果见图 2。



从图 2 结果可以推测单倍体的胚是由\_\_\_\_\_发育而来。

②玉米籽粒颜色由 A、a 与 R、r 两对独立遗传的基因控制，A、R 同时存在时籽粒为紫色，缺少 A 或 R 时籽粒为白色，紫粒玉米与白粒玉米杂交，结出的籽粒中紫：白=3：5，出现性状分离的原因是\_\_\_\_\_。推测白粒亲本的基因型是\_\_\_\_\_。

③将玉米籽粒颜色作为标记性状，用于筛选 S 与普通玉米杂交后代中的单倍体，过程如下



请根据 F<sub>1</sub> 籽粒颜色区分单倍体和二倍体籽粒并写出表现相应的基因型\_\_\_\_\_。

(3) 现有高产抗病白粒玉米纯合子(G)、抗旱抗倒伏白粒玉米纯合子(H)，欲培育出高产抗病抗旱抗倒伏的品种。结合(2)③中的育种材料与方法，育种流程应为：\_\_\_\_\_；将得到的单倍体进行染色体加倍以获得纯合子；选出具有优良性状的个体。

31. 疟原虫是一种单细胞动物。它能使人患疟疾，引起周期性高热、寒战和出汗退热等临床症状，严重时致人死亡。

(1) 在人体内生活并进行细胞分裂的过程中，疟原虫需要的小分子有机物的类别包括



\_\_\_\_\_（写出三类）。

(2) 进入血液循环后，疟原虫选择性地侵入红细胞，说明它能够\_\_\_\_\_并结合红细胞表面受体。

(3) 疟原虫大量增殖后胀破红细胞进入血液，刺激吞噬细胞产生致热物质。这些物质与疟原虫的代谢产物共同作用于宿主下丘脑的\_\_\_\_\_中枢，引起发热。

(4) 疟原虫的主要抗原变异频繁，使疟原虫能避免被宿主免疫系统\_\_\_\_\_性清除，从而使该物种得以\_\_\_\_\_。

(5) 临床应用青蒿素治疗疟疾取得了巨大成功，但其抗疟机制尚未完全明了。我国科学家进行了如下实验。

组别	实验材料	实验处理	实验结果 (线粒体膜电位的相对值)
1	疟原虫的线粒体	不加入青蒿素	100
2		加入青蒿素	60
3	仓鼠细胞的线粒体	不加入青蒿素	100
4		加入青蒿素	97

①1、2 组结果表明\_\_\_\_\_；由 3、4 组结果可知青蒿素对仓鼠细胞线粒体膜电位无明显影响。据此可以得出的结论是\_\_\_\_\_。

②将实验中仓鼠细胞的线粒体替换为\_\_\_\_\_，能为临床应用青蒿素治疗疟疾提供直接的细胞生物学实验证据。

## 答案

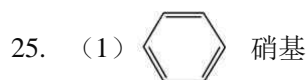
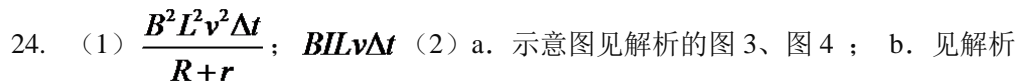
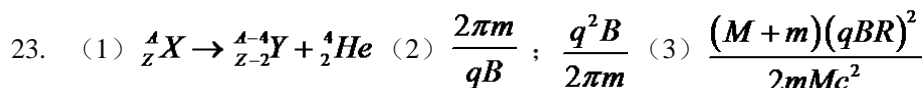
单选题

1. B 2. D 3. A 4. C 5. C 6. A 7. D 8. B 9. B 10. C 11. B 12. D 13. C 14. D 15. A 16. B 17. D 18. B 19. C 20. C

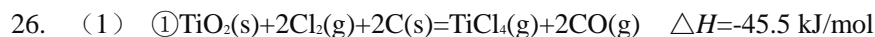
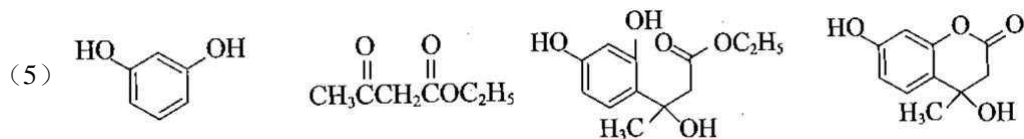
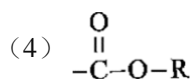
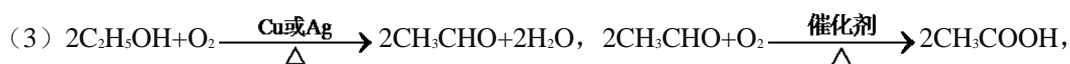
简答题

21. (1) B (2) A; B (3)  $mgx_2$ ;  $\frac{x_3 - x_1}{2T}$  (4)  $v^2 = 0.008 + 4.69W$ ; 质量 (5) A

22. (1)  $3.0 \times 10^{-3} N$  (2)  $4.0 \times 10^{-4} kg$  (3)  $2.0 m/s$



(2) 取代反应

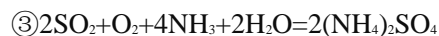
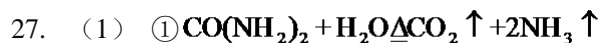


②> 随温度升高, CO 含量增大, 说明生成 CO 的反应是吸热反应

③  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeCl}_2$  溶液、 $\text{NaOH}$  溶液

④  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{FeCl}_3$

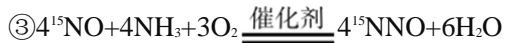
(2)  $\text{SiCl}_4$  高于  $136^\circ\text{C}$ , 低于  $181^\circ\text{C}$



$$\textcircled{4} \frac{3(2c_1v_1 - c_2v_2)}{100a}$$

(2) ①BaO

②8 : 1



28. (1) ①加硝酸加热溶解固体，再滴加稀盐酸，产生白色沉淀

②Fe<sup>2+</sup>

(2) ①Fe + 2Fe<sup>3+</sup> = 3Fe<sup>2+</sup>

②4Fe<sup>2+</sup> + O<sub>2</sub> + 4H<sup>+</sup> = 4Fe<sup>3+</sup> + 2H<sub>2</sub>O 加入 KSCN 溶液后产生白色沉淀

③0.05 mol · L<sup>-1</sup> NaNO<sub>3</sub> 溶液 FeSO<sub>4</sub> 溶液

分别取电池工作前与工作一段时间后左侧烧杯中溶液，同时滴加 KSCN 溶液，后者红色更深

(3) 溶液中存在反应：①Fe + 2Ag<sup>+</sup> = Fe<sup>2+</sup> + 2Ag，②Ag<sup>+</sup> + Fe<sup>2+</sup> = Ag + Fe<sup>3+</sup>，③Fe + 2Fe<sup>3+</sup> = 3Fe<sup>2+</sup>。反应开始时，c(Ag<sup>+</sup>)大，以反应①、②为主，c(Fe<sup>3+</sup>)增大。约 30 分钟后，c(Ag<sup>+</sup>)小，以反应③为主，c(Fe<sup>3+</sup>)减小。

29. (1) 神经递质 (2) 易化扩散/协助扩散 钙调蛋白 空间结构

(3) ①II ②C、B ③该实验方案存在两处缺陷：第一，应补充一组对未突变小鼠同样处理的对照实验。第二，应补充施加 HFS 后检测和比较以上两组小鼠突触后膜的电位变化的实验 (4) 细胞和分子

30. (1) 10 减数 染色体组 (2) ①卵细胞 ②紫粒亲本是杂合子 aaRr/Aarr ③单倍体籽粒胚的表现型为白色，基因型为 ar；二倍体籽粒胚的表现型为紫色，基因型为 AaRr；二倍体籽粒胚乳的表现型为紫色，基因型为 AaaRrr。(3) 用 G 和 H 杂交，将所得 F<sub>1</sub> 为母本与 S 杂交；根据籽粒颜色挑出单倍体

31. (1) 单糖、氨基酸、核苷酸、脂肪酸 (其中三类) (2) 识别 (3) 体温调节 (4) 特异 生存与繁衍 (5) ①青蒿素能显著降低疟原虫线粒体膜电位 青蒿素对线粒体膜电位的影响存在物种间的差异②人体细胞的线粒体