

# 理科综合能力测试

2015.4

本试卷共 14 页, 共 300 分。考试时长 150 分钟。考生务必将答案写在答题纸上, 在试卷上作答无效。考试结束后, 将本试卷和答题纸一并交回。

以下数据可供解题时参考:

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 O 16 Mg 24

## 第一部分(选择题 共 120 分)

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

1. 大肠杆菌和酵母菌细胞中都存在的生命活动是

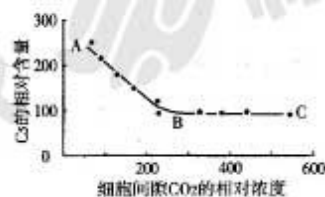
- A. 线粒体内膜上  $O_2$  和  $[H]$  结合生成水
- B. mRNA 通过核孔从细胞核进入细胞质
- C. 以亲代 DNA 为模板合成子代 DNA
- D. 纺锤丝牵引染色体移向细胞两极

2. 下列关于人在夏季进行快走、慢跑等有氧运动时, 机体不会发生的是

- A. 产生大量乳酸, 血浆 pH 明显降低
- B. 抗利尿激素分泌增加, 尿液生成减少
- C. 通过神经调节, 增加汗腺分泌活动
- D. 胰高血糖素分泌增加, 维持血糖稳定

3. RuBP 羧化酶催化  $C_3$  与  $CO_2$  结合生成  $C_4$ 。将某种植物叶片置于适宜的光照和温度条件下, 测定不同的细胞间隙  $CO_2$  浓度下叶肉细胞中  $C_3$  的含量, 得到右图所示的结果。据图作出的推测不合理的是

- A. A→B, 叶肉细胞吸收  $CO_2$  速率增加
- B. B→C, 叶片的光合速率等于呼吸速率
- C. A→B, 暗(碳)反应消耗 ATP 的速率增加
- D. B→C, RuBP 羧化酶量限制了光合速率



4. 传粉榕小蜂进入榕树的榕果内产卵繁殖并专一性地帮助传粉,非传粉榕小蜂也将卵产在榕果内但不帮助传粉,它们的产卵时间存在分化。若非传粉榕小蜂先进入榕果产卵,该榕果常常会脱落;若非传粉榕小蜂在传粉榕小蜂之后或同期进入榕果产卵,榕果会分泌特殊代谢物,导致这两种榕小蜂幼体的发育均受到影响。下列相关叙述不正确的是
- A. 榕树和传粉榕小蜂互利共生系统是协同进化的结果
  - B. 传粉榕小蜂与非传粉榕小蜂的数量均会周期性波动
  - C. 榕果的脱落可有效地限制非传粉榕小蜂的种群密度
  - D. 传粉榕小蜂与非传粉榕小蜂竞争会导致该系统崩溃

5. 下列实验准备工作中合理的是
- A. 为了倒平板将已凝固的固体培养基加热融化
  - B. 为了恢复干酵母的活力将其用沸水处理
  - C. 为观察植物有丝分裂准备洋葱鳞片叶
  - D. 为双缩脲试剂鉴定蛋白质的实验准备沸水浴

6. 下列用品的主要成分及其用途对应不正确的是

	A	B	C	D
用品				
主要成分	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{NaHCO}_3$	Si	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
用途	化肥	干燥剂	光电池	涂料

7. 下列有关钢铁腐蚀和防护的说法不正确的是
- A. 自行车的钢圈上镀一层铬,防止生锈
  - B. 外加直流电源保护钢闸门时,钢闸门与电源的负极相连
  - C. 钢铁发生吸氧腐蚀的正极反应:  $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$
  - D. 钢铁发生析氢腐蚀的负极反应:  $\text{Fe} - 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$

8. 下列说法正确的是

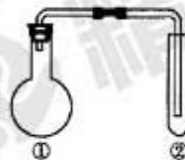
- A. 淀粉和纤维素水解的最终产物都是葡萄糖
- B. 可以用 NaOH 溶液除去乙酸乙酯中的乙醇
- C. 天然油脂的主要成分是高级脂肪酸
- D.  $\text{CH}=\text{CH}$  和  $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$  互为同系物

9. 下列解释事实的方程式正确的是

- A. 在空气中切开金属钠, 光亮表面变暗:  $2\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}_2$
- B. 向氯化铝溶液中加入过量氨水, 产生白色沉淀:  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$
- C. 将铁粉与水蒸气共热, 产生气体:  $2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2$
- D. 电解饱和氯化钠溶液, 产生气体:  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

10. 下列选项中的反应、现象与结论完全一致的是(夹持、加热装置已略去)

	①中的反应	②中的现象	结论
A	$\text{MnO}_2$ 与浓盐酸加热	KI 淀粉溶液很快变蓝	$\text{Cl}_2$ 有氧化性
B	$\text{Cu}$ 与浓硫酸加热	溴水褪色	$\text{SO}_2$ 有漂白性
C	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 与醋酸溶液	苯酚钠溶液变浑浊	酸性: 碳酸 > 苯酚
D	电石与饱和食盐水	酸性高锰酸钾溶液褪色	乙炔有还原性



11. 已知重铬酸钾( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )溶液中存在如下平衡:

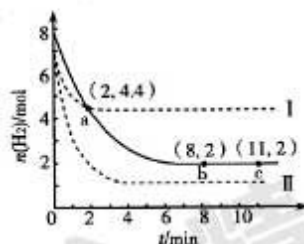


- ① 向 2 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液中滴入 3 滴  $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液, 溶液由橙色变为黄色; 向所得溶液中, 再滴入 5 滴浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 溶液由黄色变为橙色。
- ② 向 2 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  酸化的  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液中滴入适量  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液, 溶液由橙色变为绿色, 发生反应:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cr}^{3+} (\text{绿色}) + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

下列分析正确的是

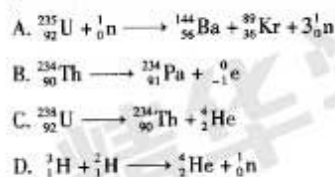
- A. 实验①和②均能证明  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液中存在上述平衡
- B. 实验②能说明氧化性:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Fe}^{3+}$
- C.  $\text{CrO}_4^{2-}$  和  $\text{Fe}^{2+}$  在酸性溶液中可以大量共存
- D. 稀释  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液时, 溶液中各离子浓度均减小

12. 某温度下,将 6 mol  $\text{CO}_2$  和 8 mol  $\text{H}_2$  充入 2 L 密闭容器中发生反应:  $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H < 0$ , 容器中  $\text{H}_2$  的物质的量随时间的变化关系如右图中的实线所示。图中虚线表示仅改变某一反应条件时,  $\text{H}_2$  的物质的量随时间的变化关系。下列说法正确的是

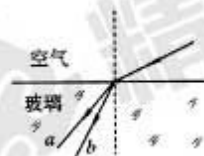


- A. 曲线 I 对应的条件改变可能是降低温度  
B. 曲线 II 对应的条件改变可能是充入氮气  
C. 该温度下,此反应的化学平衡常数的数值为 0.5  
D. 从反应开始至 a 点,  $v(\text{CO}_2) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
13. 下列说法中正确的是
- A. 当物体的温度升高时,物体内每个分子热运动的速率一定都增大  
B. 布朗运动间接反映了液体分子运动的无规则性  
C. 分子间的吸引力总是大于排斥力  
D. 物体运动得越快,其内能一定越大

14. 在下列核反应方程式中,表示核聚变过程的是



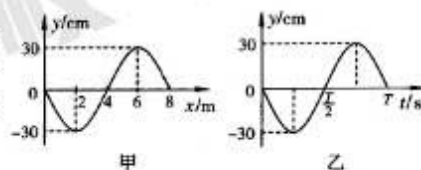
15.  $a, b$  两种单色光以相同的人射角从空气斜射向某种玻璃中,光路如图所示。关于  $a, b$  两种单色光,下列说法中正确的是



- A. 该种玻璃对  $b$  光的折射率较大  
B.  $b$  光在该种玻璃中传播时的速度较大  
C. 两种单色光从该种玻璃中射入空气发生全反射时,  $a$  光的临界角较小  
D. 在同样的条件下,分别用这两种单色光做双缝干涉实验,  $b$  光的干涉图样的相邻条纹间距较大

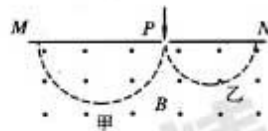
16. 一简谐机械横波沿  $x$  轴传播, 波速为  $2.0 \text{ m/s}$ ,

该波在  $t=0$  时刻的波形曲线如图甲所示, 在  $x=0$  处质点的振动图像如图乙所示。则下列说法中正确的是



- A. 这列波的振幅为  $60 \text{ cm}$
- B. 质点的振动周期为  $4.0 \text{ s}$
- C.  $t=0$  时,  $x=4.0 \text{ m}$  处质点比  $x=6.0 \text{ m}$  处质点的速度小
- D.  $t=0$  时,  $x=4.0 \text{ m}$  处质点沿  $x$  轴正方向运动

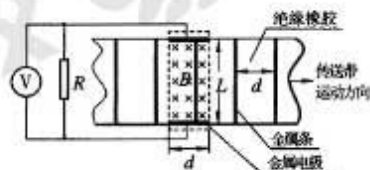
17. 如图所示, 甲、乙两个质量相同、带等量异种电荷的带电粒子, 以不同的速率经小孔  $P$  垂直磁场边界  $MN$ , 进入方向垂直纸面向外的匀强磁场中, 在磁场中做匀速圆周运动, 并垂直磁场边界  $MN$  射出磁场, 半圆轨迹如图中虚线所示。不计粒子所受重力及空气阻力, 则下列说法中正确的是



- A. 甲带负电荷, 乙带正电荷
- B. 洛伦兹力对甲做正功
- C. 甲的速率大于乙的速率
- D. 甲在磁场中运动的时间大于乙在磁场中运动的时间

18. 某校科技小组的同学设计了一个传送带测速仪,

测速原理如图所示。在传送带一端的下方固定有间距为  $L$ 、长度为  $d$  的平行金属电极。电极间充满磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直传送带平面 (纸面) 向里、有理想边界的匀强磁场, 且电极之间接



有理想电压表和电阻  $R$ , 传送带背面固定有若干根间距为  $d$  的平行细金属条, 其电阻均为  $r$ , 传送带运行过程中始终仅有一根金属条处于磁场中, 且金属条与电极接触良好。当传送带以一定速度匀速运动时, 电压表的示数为  $U$ 。则下列说法中正确的是

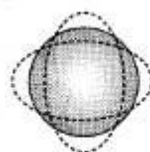
- A. 传送带匀速运动的速率为  $\frac{U}{BL}$
- B. 电阻  $R$  产生焦耳热的功率为  $\frac{U^2}{R+r}$
- C. 金属条经过磁场区域受到的安培力大小为  $\frac{BUd}{R+r}$
- D. 每根金属条经过磁场区域的全过程中克服安培力做功为  $\frac{BLUd}{R}$

19. 如图所示,一根空心铝管竖直放置,把一枚小圆柱形的永磁体从铝管上端由静止释放,经过一段时间后,永磁体穿出铝管下端口。假设永磁体在铝管内下落过程中始终沿着铝管的轴线运动,不与铝管内壁接触,且无翻转。若忽略空气阻力,则下列说法中正确的是



- A. 若仅增强永磁体的磁性,则其穿出铝管时的速度变小
- B. 若仅增强永磁体的磁性,则其穿过铝管的时间缩短
- C. 若仅增强永磁体的磁性,则其穿过铝管的过程中产生的焦耳热减少
- D. 在永磁体穿过铝管的过程中,其动能的增加量等于重力势能的减少量

20. 2013年6月20日,女航天员王亚平在“天宫一号”目标飞行器里成功进行了我国首次太空授课。授课中的一个实验展示了失重状态下液滴的表面张力引起的效应。在视频中可观察到漂浮的液滴处于相互垂直的两个椭圆之间不断变化的周期性“脉动”中。假设液滴处于完全失重状态,液滴的上述“脉动”可视为液滴形状的周期性微小变化(振动),如图所示。已知液滴振动的频率表达式为  $f = k r^\alpha \rho^\beta \sigma^\gamma$ , 其中  $k$  为一个无单位的比例系数,  $r$  为液滴半径,  $\rho$  为液体密度,  $\sigma$  为液体表面张力系数(其单位为  $\text{N/m}$ ),  $\alpha, \beta, \gamma$  是相应的待定常数。对于这几个待定常数的大小,下列说法中可能正确的是



- A.  $\alpha = \frac{3}{2}, \beta = \frac{1}{2}, \gamma = -\frac{1}{2}$
- B.  $\alpha = -\frac{3}{2}, \beta = -\frac{1}{2}, \gamma = \frac{1}{2}$
- C.  $\alpha = -2, \beta = \frac{1}{2}, \gamma = -\frac{1}{2}$
- D.  $\alpha = -3, \beta = -1, \gamma = 1$

## 第二部分(非选择题 共 180 分)

本部分共 11 小题,共 180 分。

21. (18 分)

(1)用如图 1 所示的实验装置做“验证机械能守恒定律”的实验。

- ① 先将打点计时器接通电源,让重锤从高处由静止开始下落。打点计时器每经过 0.02s 在重锤拖着的纸带上打出一个点,图 2 中的纸带是实验过程中打点计时器打出的一条纸带。打点计时器打下  $O$  点(图中未标出)时,重锤开始下落, $A$ 、 $B$ 、 $C$  是打点计时器连续打下的 3 个点。刻度尺 0 刻线与  $O$  点对齐, $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个点所对刻度如图 2 所示。打点计时器在打出  $B$  点时重锤下落的高度  $h_B =$  \_\_\_\_\_ cm,下落的速度  $v_B =$  \_\_\_\_\_ m/s (计算结果保留 3 位有效数字)。

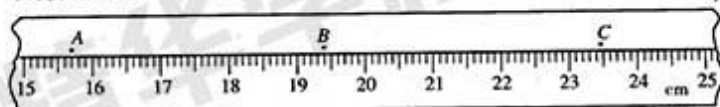


图 2

- ② 若当地重力加速度为  $g$ ,重锤由静止开始下落  $h$  时的速度大小为  $v$ ,则该实验需要验证的关系式是 \_\_\_\_\_。(用题目所给字母表示)

(2)在“测定金属的电阻率”的实验中:

- ① 用螺旋测微器测量金属丝的直径,其示数如图 3 所示,则该金属丝直径的测量值  $d =$  \_\_\_\_\_ mm;



图 3

- ② 按图 4 所示的电路图测量金属丝的电阻  $R_x$ (阻值约为  $15\Omega$ )。实验中除开关、若干导线之外还提供下列器材:

电压表  $V$ (量程  $0 \sim 3V$ ,内阻约  $3k\Omega$ );  
 电流表  $A_1$ (量程  $0 \sim 200mA$ ,内阻约  $3\Omega$ );  
 电流表  $A_2$ (量程  $0 \sim 0.6A$ ,内阻约  $0.1\Omega$ );  
 滑动变阻器  $R_1$ ( $0 \sim 50\Omega$ );  
 滑动变阻器  $R_2$ ( $0 \sim 200\Omega$ );  
 电源  $E$ (电动势为  $3.0V$ ,内阻不计)。

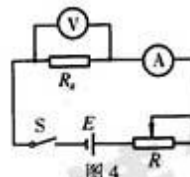


图 4

为了调节方便,测量准确,实验中电流表应选 \_\_\_\_\_,滑动变阻器应选 \_\_\_\_\_。(选填器材的名称符号)

- ③ 请根据图 4 所示的电路图,用连线代替导线将图 5 中的实验器材连接起来,并使滑动变阻器的滑片  $P$  置于  $b$  端时接通电路后的电流最小。

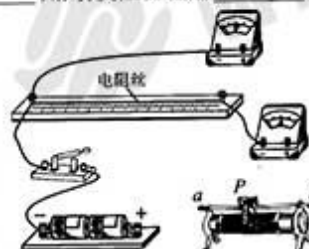


图 5

- ④ 若通过测量可知,金属丝的长度为  $l$ ,直径为  $d$ ,通过金属丝的电流为  $I$ ,金属丝两端的电压为  $U$ ,由此可计算得出金属丝的电阻率  $\rho =$  \_\_\_\_\_。(用题目所给字母和通用数学符号表示)



- ⑤ 在按图 4 电路测量金属丝电阻的实验中,将滑动变阻器  $R_1$ 、 $R_2$  分别接入实验电路,调节滑动变阻器滑片  $P$  的位置。以  $R$  表示滑动变阻器可接入电路的最大阻值,以  $R_p$  表示滑动变阻器接入电路的电阻值,以  $U$  表示  $R_x$  两端的电压值。在图 6 中  $U$  随  $\frac{R_p}{R}$  变化的图像可能正确的是\_\_\_\_\_。(图线中实线表示接入  $R_1$  时的情况,虚线表示接入  $R_2$  时的情况)

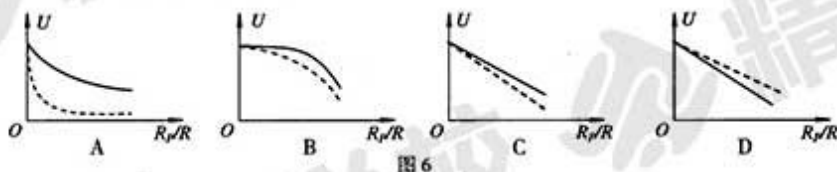
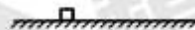


图 6

22. (16 分)

如图所示,在真空中足够大的绝缘水平面上,有一个质量  $m = 0.20 \text{ kg}$ ,带电荷量  $q = 2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  的小物块处于静止状态。从  $t = 0$  时刻开始,在水平面上方空间加一个范围足够大、水平向右  $E = 3.0 \times 10^5 \text{ N/C}$  的匀强电场,使小物块由静止开始做匀加速直线运动。当小物块运动  $1.0 \text{ s}$  时撤去该电场。已知小物块与水平面间的动摩擦因数  $\mu = 0.10$ ,取重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求:

- (1) 小物块运动  $1.0 \text{ s}$  时速度  $v$  的大小;
- (2) 小物块运动  $2.0 \text{ s}$  过程中位移  $x$  的大小;
- (3) 小物块运动过程中电场力对小物块所做的功  $W$ 。



23. (18 分)

甲图是我国自主研发的  $200 \text{ mm}$  离子电推进系统,已经通过我国“实践九号”卫星空间飞行试验验证,有望在 2015 年全面应用于我国航天器。

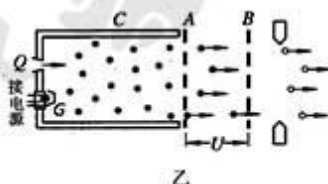
离子电推进系统的核心部件为离子推进器,它采用喷出带电离子的方式实现飞船的姿态和轨道的调整,具有大幅减少推进剂燃料消耗、操控更灵活、定位更精准等优势。

离子推进器的工作原理如图乙所示,推进剂氙原子  $Q$  喷注入腔室  $C$  后,被电子枪  $G$  射出的电子碰撞而电离,成为带正电的氙离子。氙离子从腔室  $C$  中飘移过栅电极  $A$  的速度可忽略不计,在栅电极  $A$ 、 $B$  之间的电场中加速,并从栅电极  $B$  喷出。在加速氙离子的过程中飞船获得推力。

已知栅电极  $A$ 、 $B$  之间的电压为  $U$ ,氙离子的质量为  $m$ 、电荷量为  $q$ 。



甲



乙



- (1) 将该推进器固定在地面上进行试验。求氙离子经  $A, B$  之间电场加速后, 通过栅电极  $B$  时的速度  $v$  的大小;
- (2) 配有该离子推进器的飞船的总质量为  $M$ , 现需要对飞船运行方向作一次微调, 即通过推进器短暂工作让飞船在与原速度垂直方向上获得一很小的速度  $\Delta v$ , 此过程中可认为氙离子仍以第(1)问中所求的速度通过栅电极  $B$ 。推进器工作时飞船的总质量可视为不变。求推进器在此次工作过程中喷射的氙离子数目  $N$ 。
- (3) 可以用离子推进器工作过程中产生的推力与  $A, B$  之间电场对氙离子做功的功率的比值  $S$  来反映推进器工作情况。通过计算说明采取哪些措施可以增大  $S$ , 并对增大  $S$  的实际意义说出你的看法。

24. (20 分)

有人设想: 可以在飞船从运行轨道进入返回地球程序时, 借飞船需要减速的机会, 发射一个小型太空探测器, 从而达到节能的目的。

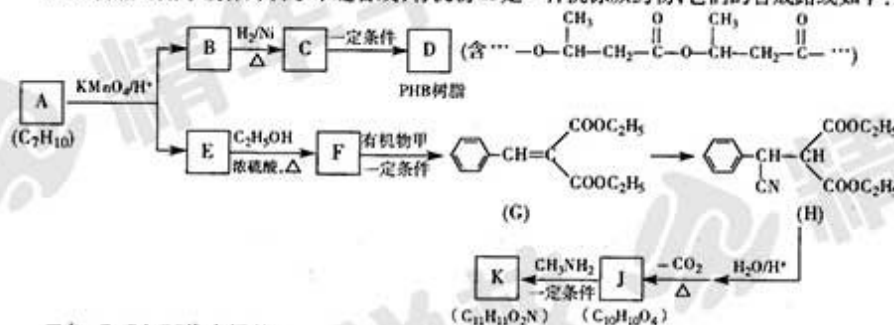
如图所示, 飞船在圆轨道 I 上绕地球飞行, 其轨道半径为地球半径的  $k$  倍 ( $k > 1$ )。当飞船通过轨道 I 的  $A$  点时, 飞船上的发射装置短暂工作, 将探测器沿飞船原运动方向射出, 并使探测器恰能完全脱离地球的引力范围, 即到达距地球无限远时的速度恰好为零, 而飞船在发射探测器后沿椭圆轨道 II 向前运动, 其近地点  $B$  到地心的距离近似为地球半径  $R$ 。以上过程中飞船和探测器的质量均可视为不变。已知地球表面的重力加速度为  $g$ 。



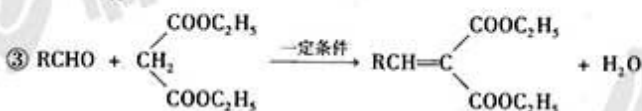
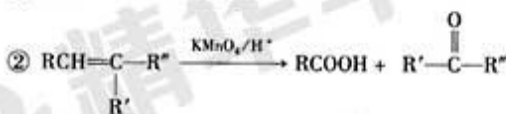
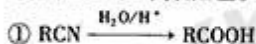
- (1) 求飞船在轨道 I 运动的速度大小;
- (2) 若规定两质点相距无限远时引力势能为零, 则质量分别为  $M, m$  的两个质点相距为  $r$  时的引力势能  $E_p = -\frac{GMm}{r}$ , 式中  $G$  为引力常量。在飞船沿轨道 I 和轨道 II 的运动过程中, 其动能和引力势能之和保持不变; 探测器被射出后的运动过程中, 其动能和引力势能之和也保持不变。
- ① 求探测器刚离开飞船时的速度大小;
- ② 已知飞船沿轨道 II 运动过程中, 通过  $A$  点与  $B$  点的速度大小与这两点到地心的距离成反比。通过计算说明为实现上述飞船和探测器的运动过程, 飞船与探测器的质量之比应满足什么条件。

25. (17 分)

PHB 树脂可用于制作外科手术缝合线,有机物 K 是一种抗惊厥药物,它们的合成路线如下:



已知: R、R'、R'' 代表烃基。



(1) B→C 的反应类型是\_\_\_\_\_。

(2) 写出 C→D 的化学方程式:\_\_\_\_\_。

(3) 有机物甲的结构简式为\_\_\_\_\_。

(4) 写出 E→F 的化学方程式:\_\_\_\_\_。

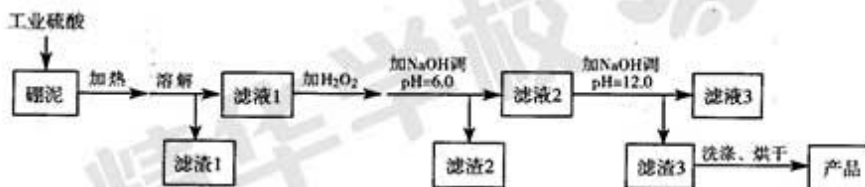
(5) A 的结构简式为\_\_\_\_\_。

(6) 已知 1 mol J 最多与 2 mol NaHCO<sub>3</sub> 反应; K 分子结构中含有一个五元环与一个六元环。写出 J→K 的化学方程式:\_\_\_\_\_。

(7) S 是 A 的一种同分异构体,分子中没有环状结构, S 的核磁共振氢谱有三个峰,峰面积之比为 6:3:1,则 S 的结构简式为\_\_\_\_\_ (写一种即可)。

26. (12 分)

硼泥主要由 MgO 和 SiO<sub>2</sub> 组成,含有少量 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、FeO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等杂质。用硼泥生产氢氧化镁的工艺流程如下图所示:



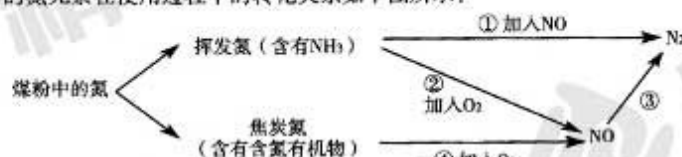
已知某些氢氧化物沉淀的 pH 如下表所示:


氢氧化物	开始沉淀时的 pH	完全沉淀时的 pH
$Mg(OH)_2$	9.3	10.8
$Fe(OH)_2$	7.6	9.6
$Fe(OH)_3$	2.7	3.7
$Al(OH)_3$	3.7	4.7

- (1)  $MgO$  的电子式为\_\_\_\_\_。
- (2) 滤渣 2 的主要成分是\_\_\_\_\_, 向滤渣 2 中继续加入过量的  $NaOH$  溶液, 发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。
- (3) 加入  $NaOH$  调节溶液  $pH = 12.0$  时, 发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。
- (4) 利用  $Mg(OH)_2$  与含  $SO_2$  的烟气反应生成  $MgSO_4$ , 可以使烟气脱硫, 该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (5) 若取  $a$  吨硼泥为原料, 最后得到  $b$  吨  $Mg(OH)_2$  产品 (假设生产过程中镁元素无损失), 则硼泥中  $MgO$  的质量分数为\_\_\_\_\_ (用含有  $a, b$  的代数式表示)。

27. (14 分)

煤粉中的氮元素在使用过程中的转化关系如下图所示:



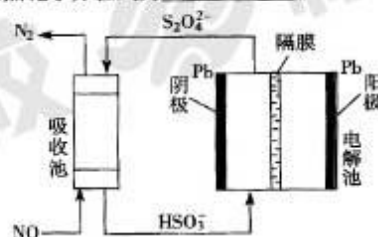
- (1) ②中  $NH_3$  参与反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (2) ③中加入的物质可以是\_\_\_\_\_ (填字母序号)。  
a. 空气      b.  $CO$       c.  $KNO_3$       d.  $NH_3$
- (3) 焦炭氮中有一种常见的含氮有机物吡啶()，其分子中相邻的 C 和 N 原子相比, N 原子吸引电子能力更\_\_\_\_\_ (填“强”或“弱”), 从原子结构角度解释原因:\_\_\_\_\_。

- (4) 已知:  $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) \quad \Delta H = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \quad \Delta H = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(l) \quad \Delta H = c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应后恢复至常温常压, ①中  $NH_3$  参与反应的热化学方程式为\_\_\_\_\_。

- (5) 用间接电化学法除去  $NO$  的过程, 如右图所示。已知电解池的阴极室中溶液的  $pH$  在 4~7 之间, 写出阴极的电极反应式:\_\_\_\_\_。

用离子方程式表示吸收池中除去  $NO$  的原理:\_\_\_\_\_。



## 28. (15 分)

已知  $\text{FeCl}_3$  溶液与  $\text{KI}$  溶液的反应为可逆反应,某小组同学对该反应进行实验探究。

(1)甲同学首先进行了实验 1。

	实验步骤	实验现象
实验 1	i. 取 2 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{KI}$ 溶液,滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{FeCl}_3$ 溶液 3 滴(1 滴约为 $0.05 \text{ mL}$ ,下同)。	i. 溶液呈棕黄色。
	ii. 向其中滴加 2 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{KSCN}$ 溶液。	ii. 溶液不显红色。

① 写出  $\text{FeCl}_3$  溶液与  $\text{KI}$  溶液反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

② 加入  $\text{KSCN}$  溶液的目的是\_\_\_\_\_。

③ 甲同学认为溶液不显红色的原因是反应体系中  $c(\text{Fe}^{3+})$  太低,故改进实验方案,进行了实验 2。

	实验步骤	实验现象
实验 2	i. 取 2 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{KI}$ 溶液,滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{FeCl}_3$ 溶液 3 滴。	i. 溶液呈棕黄色。
	ii. 向其中滴加 2 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{KSCN}$ 溶液。	ii. 溶液显红色。
	iii. 继续加入 2 mL $\text{CCl}_4$ ,充分振荡、静置。	iii. 液体分层,上层红色消失,变为棕黄色,下层呈紫红色。

本实验改用  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{KI}$  溶液的目的在于\_\_\_\_\_。

用化学平衡原理解释实验 2 中加入  $\text{CCl}_4$  后上层溶液红色消失的原因:\_\_\_\_\_。

(2)甲同学认为“用  $\text{CCl}_4$  萃取后上层溶液仍为棕黄色”的原因是  $\text{I}_2$  未被充分萃取,但乙同学查阅资料得到信息: $\text{I}_2$ 、 $\text{I}_3^-$  在水中均呈棕黄色,两者有如下关系: $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ 。于是提出假设:萃取后的溶液呈棕黄色的主要原因是存在  $\text{I}_3^-$ 。

① 为验证假设,乙同学设计并完成了实验 3。

	实验步骤	实验现象
实验 3	i. 取 1 mL 实验 2 中棕黄色的上层清液,再加入 2 mL $\text{CCl}_4$ ,振荡、静置。	i. 液体分层,上层呈黄色,下层呈紫红色。
	ii. 取 1 mL 饱和碘水,加入 2 mL $\text{CCl}_4$ ,振荡、静置。	ii. 液体分层,上层为无色,下层呈紫红色。

实验 3 的结论是\_\_\_\_\_。

② 甲同学依据乙同学的实验设计思路,选用实验 2 中的试剂,运用控制变量的方法设计了更加严谨的实验,证明了平衡  $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$  的存在。

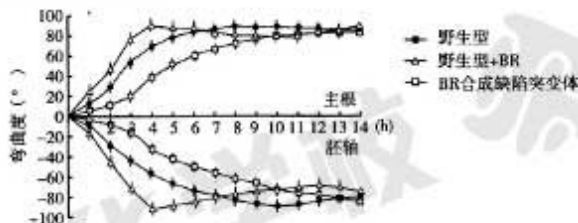
请你补充完整他设计的实验步骤:将实验 2 中下层紫红色溶液平均分成两份,分装于两支试管中,向试管 1 中加入 1 mL 水,振荡、静置;向试管 2 中\_\_\_\_\_。

两支试管中的现象分别为\_\_\_\_\_。

29. (16分)

为研究油菜素内酯(BR)在植物向性生长中对生长素(IAA)的作用,科研人员以拟南芥为材料进行了如下实验。

- (1) BR 作为植物激素,与 IAA 共同\_\_\_\_\_植物的生长发育。  
 (2) 科研人员在黑暗条件下用野生型和 BR 合成缺陷突变体拟南芥幼苗进行实验,三组幼苗均水平放置,其中一组野生型幼苗施加外源 BR,另外两组不施加,测定 0~14h 内胚轴和主根的弯曲度,结果如下图所示。



- ① 上述实验均在黑暗条件下进行,目的是避免光照对\_\_\_\_\_的影响。  
 ② 由实验结果可知,主根和胚轴弯曲的方向\_\_\_\_\_。施加外源 BR 的野生型幼苗的胚轴、主根在\_\_\_\_\_h 时就可达到最大弯曲度, BR 合成缺陷突变体的最大弯曲度形成的时间较其他两组\_\_\_\_\_,说明\_\_\_\_\_。  
 (3) IAA 可引起 G 酶基因表达, G 酶可催化无色底物生成蓝色产物。科研人员将转入 G 酶基因的野生型和 BR 合成缺陷突变体植株主根用含有无色底物的溶液浸泡一段时间后,观察到野生型植株主根的蓝色产物分布于分生区和伸长区,而 BR 合成缺陷突变体植株主根的蓝色产物仅分布于\_\_\_\_\_,说明 BR 影响 IAA 的分布,推测 BR 能够促进 IAA 的\_\_\_\_\_。由于重力引起水平放置的幼苗主根中近地侧和远地侧的 IAA 浓度不同,\_\_\_\_\_侧细胞伸长较快,根向地生长。  
 (4) 为验证上述推测,可进一步检测并比较野生型和 BR 合成缺陷突变体植株主根细胞中\_\_\_\_\_ (填“IAA 合成基因”或“IAA 极性运输载体基因”)的表达量,若检测结果是野生型植株主根细胞中该基因的表达量\_\_\_\_\_ BR 合成缺陷突变体,则支持上述推测。

30. (18分)

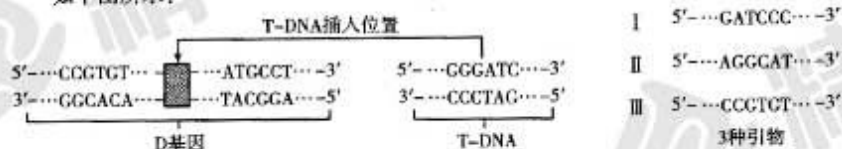
为研究水稻 D 基因的功能,研究者将 T-DNA 插入到 D 基因中,致使该基因失活,失活后的基因记为 d。现以野生植株和突变植株作为亲本进行杂交实验,统计母本植株的结实率,结果如下表所示。

杂交编号	亲本组合	结实数/授粉的小花数	结实率
①	♀ DD × ♂ dd	16/158	10%
②	♀ dd × ♂ DD	77/154	50%
③	♀ DD × ♂ DD	71/141	50%

- (1) 表中数据表明, D 基因失活使\_\_\_\_\_配子育性降低。为确定配子育性降低是由于 D 基因失活造成的,可将\_\_\_\_\_作为目的基因,与载体连接后,导入到\_\_\_\_\_ (填“野生”或“突变”)植株的幼芽经过\_\_\_\_\_形成的愈伤组织中,最后观察转基因水稻配子育性是否得到恢复。  
 (2) 用\_\_\_\_\_观察并比较野生植株和突变植株的配子形成,发现 D 基因失活不影响二者的\_\_\_\_\_分裂。

(3) 进一步研究表明, 配子育性降低是因为 D 基因失活直接导致配子本身受精能力下降。若让杂交①的  $F_1$  给杂交②的  $F_1$  授粉, 预期结实率为 \_\_\_\_\_, 所获得的  $F_2$  植株的基因型及比例为 \_\_\_\_\_。

(4) 为验证  $F_2$  植株基因型及比例, 研究者根据 D 基因、T-DNA 的序列, 设计了 3 种引物, 如下图所示:



随机选取  $F_2$  植株若干, 提取各植株的总 DNA, 分别用引物“Ⅰ+Ⅲ”组合及“Ⅱ+Ⅲ”组合进行 PCR, 检测是否扩增(完整的 T-DNA 过大, 不能完成 PCR)。若 \_\_\_\_\_, 则相应植株的基因型为 Dd; 同理可判断其他基因型, 进而统计各基因型比例。

(5) 研究表明 D 基因表达产物(D 蛋白)含有 WD40(氨基酸序列), 而通常含有 WD40 的蛋白都定位在细胞核内。为探究 D 蛋白是否为核蛋白, 研究者将 D 基因与黄色荧光蛋白基因融合; 同时将已知的核蛋白基因与蓝色荧光蛋白基因融合。再将两种融合基因导入植物原生质体表达系统, 如果 \_\_\_\_\_, 则表明 D 蛋白是核蛋白。

### 31. (16 分)

科研人员以酵母菌为受体细胞, 通过转基因技术研究水稻某种病毒的蛋白 P 与水稻蛋白的相互作用。

(1) 实验所用的缺陷型酵母菌不能合成组氨酸、色氨酸和亮氨酸, 培养时在培养基中需添加上述氨基酸, 为酵母菌细胞内 \_\_\_\_\_ 上合成 \_\_\_\_\_ 提供原料。

(2) 将蛋白 P 基因与质粒 K(具有色氨酸合成基因及 BD 蛋白合成基因) 连接, 构建重组质粒 K。将重组质粒 K 导入缺陷型酵母菌, 用不含 \_\_\_\_\_ 的培养基筛选转化的酵母菌获得菌落, 从这些菌落中可筛选得到基因成功 \_\_\_\_\_ BD-P 蛋白的酵母菌 A。

(3) 为研究蛋白 P 能够和哪些水稻蛋白发生相互作用, 科研人员提取水稻细胞的 mRNA, 在 \_\_\_\_\_ 酶作用下获得 cDNA, 再与质粒 T(具有亮氨酸合成基因及 AD 蛋白合成基因) 连接, 构建包含重组质粒 T 的水稻 cDNA 文库。

(4) 在酵母菌细胞内, 组氨酸合成基因的转录受到调控, 如下图所示。若被测的水稻蛋白能与蛋白 P 发生相互作用, BD、AD 两个蛋白充分接近时, \_\_\_\_\_ 才能催化组氨酸合成基因转录。



(5) 将酵母菌 A 分别接种到不含组氨酸和不含亮氨酸的培养基中, 以确定转入重组质粒 K 后酵母菌 A \_\_\_\_\_。取水稻 cDNA 文库的多个重组质粒 T 分别转化到酵母菌 A 中, 将转化产物接种在不含 \_\_\_\_\_ 的培养基中培养, 获得了分散的多个单菌落。经检测这些酵母菌中含有 4 种水稻蛋白, 表明这 4 种水稻蛋白能够 \_\_\_\_\_。

(6) 研究发现, 这 4 种水稻蛋白都是水稻不同代谢过程中的关键酶, 推测该病毒引起水稻出现各种病症的原因之一可能是 \_\_\_\_\_。

(共 120 分)

选择题 (共 48 分, 13 题~20 题每题 6 分)

13. B 14. D 15. A 16. B 17. C 18. D 19. A 20. B

21. (18 分)

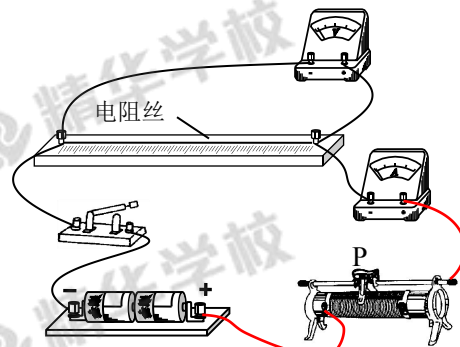
(1) ①19.40 (19.38~19.42) (2 分); 1.94 (1.93~1.95) (2 分);

②  $gh = \frac{1}{2}v^2$  (2 分)

(2) ①0.383 (0.382~0.385) (2 分)

②A<sub>1</sub> (2 分); R<sub>1</sub> (2 分); ③见答图 1 (2 分);

④  $\rho = \frac{\pi U d^2}{4 I l}$  (2 分); ⑤A (2 分)



答图 1

22. (16 分)

(1) 小物块受电场力和滑动摩擦力, 根据牛顿第二定律有  $qE - \mu mg = ma_1$  (2 分)

根据运动学公式  $t_1=1.0\text{s}$  时小物块的速度大小有  $v_1=a_1t_1$  (2 分)

解得:  $v_1=2.0\text{m/s}$  (2 分)

(2) 小物块  $t_1=1.0\text{s}$  内位移的大小  $x_1 = \frac{1}{2}a_1t_1^2 = 1.0\text{m}$  (2 分)

撤去电场后小物块做匀减速运动, 根据牛顿第二定律有  $\mu mg = ma_2$  (2 分)

小物块  $t_2=1.0\text{s}$  内的位移  $x_2 = v_1t_2 - \frac{1}{2}a_2t_2^2 = 1.5\text{m}$  (2 分)

小物块运动 2.0s 位移大小  $x=x_1+x_2=2.5\text{m}$  (2 分)

(3) 小物块运动过程中电场力对小物块所做的功  $W=qEx_1=0.60\text{J}$  (2 分)

23. (18 分)

(1) 根据动能定理有  $qU = \frac{1}{2}mv^2$  (4 分)

解得:  $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$  (3 分)

(2) 在与飞船运动方向垂直方向上, 根据动量守恒有:  $M\Delta v = Nmv$  (4 分)

解得:  $N = \frac{M\Delta v}{mv} = \frac{M\Delta v}{\sqrt{2qUm}}$  (2 分)



(3) 设单位时间内通过栅电极  $A$  的氦离子数为  $n$ ，在时间  $t$  内，离子推进器发射出的氦离子个数为  $N = nt$ ，设氦离子受到的平均力为  $F'$ ，对时间  $t$  内的射出的氦离子运用动量定理， $F't = Nmv = ntmv$ ， $F' = nmv$  (1 分)

根据牛顿第三定律可知，离子推进器工作过程中对飞船的推力大小  $F = F' = nmv$

电场对氦离子做功的功率  $P = nqU$  (1 分)

$$\text{则 } S = \frac{F}{P} = \sqrt{\frac{2m}{qU}} \quad (1 \text{ 分})$$

根据上式可知：增大  $S$  可以通过减小  $q$ 、 $U$  或增大  $m$  的方法。(1 分)

提高该比值意味着推进器消耗相同的功率可以获得更大的推力。(1 分)

(说明：其他说法合理均可得分)

24. (20 分)

(1) 设地球质量为  $M$ ，飞船质量为  $m$ ，探测器质量为  $m'$ ，当飞船与探测器一起绕地球做圆周运动时的速度为  $v_0$

$$\text{根据万有引力定律和牛顿第二定律有 } \frac{GM(m+m')}{(kR)^2} = (m+m') \frac{v_0^2}{kR} \quad (4 \text{ 分})$$

对于地面附近的质量为  $m_0$  的物体有  $m_0g = GMm_0/R^2$  (3 分)

$$\text{解得： } v_0 = \sqrt{\frac{gR}{k}} \quad (3 \text{ 分})$$

(2) ①设探测器被发射出时的速度为  $v'$ ，因其运动过程中动能和引力势能之和保持不变，所以探测器刚好脱离地球引力应满足  $\frac{1}{2}m'v'^2 - \frac{GMm'}{kR} = 0$  (3 分)

$$\text{解得： } v' = \sqrt{\frac{2GM}{kR}} = \sqrt{2}v_0 = \sqrt{\frac{2gR}{k}} \quad (2 \text{ 分})$$

②设发射探测器后飞船在  $A$  点的速度为  $v_A$ ，运动到  $B$  点的速度为  $v_B$ ，因其运动过程中动能和引力势能之和保持不变，所以有

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{GMm}{R} = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{GMm}{kR} \quad (3 \text{ 分})$$

对于飞船发射探测器的过程，根据动量守恒定律有  $(m+m')v_0 = mv_A + m'v'$  (1 分)

因飞船通过  $A$  点与  $B$  点的速度大小与这两点到地心的距离成反比，即  $Rv_B = kRv_A$

$$\text{解得： } \frac{m}{m'} = \frac{\sqrt{2}-1}{1-\sqrt{\frac{2}{k+1}}} \quad (1 \text{ 分})$$

(共 100 分)

选择题 (每题 6 分, 共 42 分)

6. B    7. D    8. A    9. D    10. A    11. B    12. C

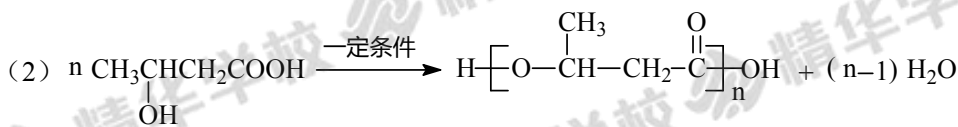
非选择题 (共 58 分)

阅卷标准:

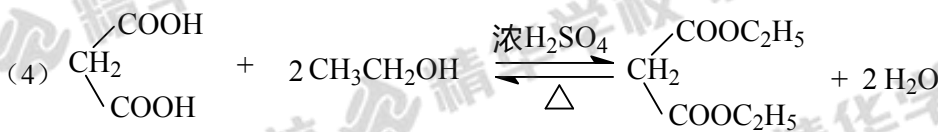
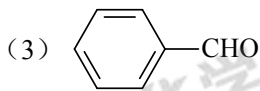
1. 除特别标明分值的空, 其余每空 2 分; 不出现 0.5 分和负分, 最低 0 分。
2. 化学 (离子) 方程式中, 化学式写错为 0 分; 不写条件扣 1 分, 不配平扣 1 分, 但不重复扣分。
3. 简答题中文字表述中划线部分为给分点。
4. 其他合理答案可酌情给分。

25. (17 分)

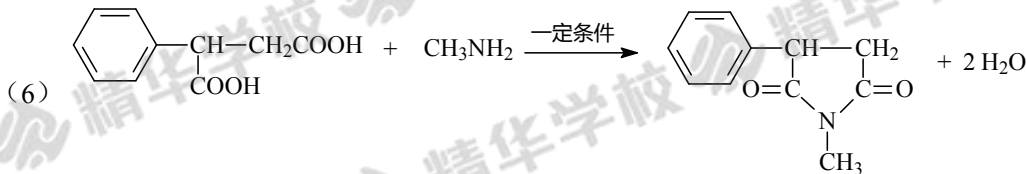
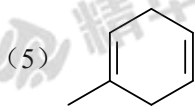
(1) 加成 (或还原)



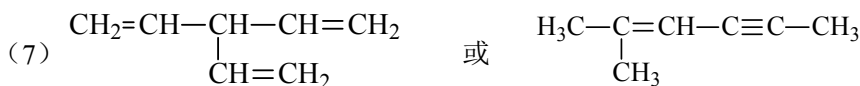
(3 分, 不写  $\text{H}_2\text{O}$  扣 1 分)

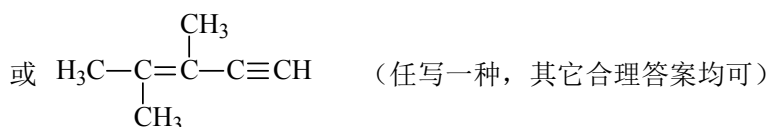


(3 分, 不写  $\text{H}_2\text{O}$  扣 1 分)

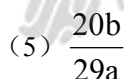
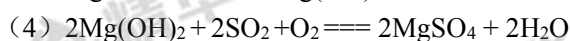
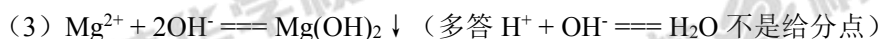
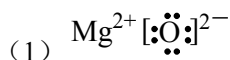


(3 分, 不写  $\text{H}_2\text{O}$  扣 1 分)

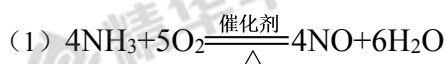




26. (12 分)

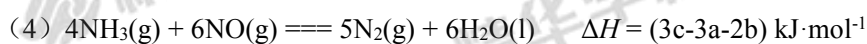


27. (14 分)

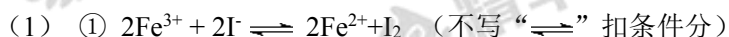


(2) bd

(3) 强 C 和 N 原子在同一周期 (或电子层数相同), N 原子核电荷数更大, 原子半径更小, 原子核对外层电子的吸引力更强



28. (15 分)



② 检验溶液中是否大量存在  $\text{Fe}^{3+}$

③ 提高平衡时溶液中的  $c(\text{Fe}^{3+})$  [降低  $c(\text{I}^-)$  不得分]

下一空共 3 分: 平衡 1:  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$  平衡 2:  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$

(写出任一平衡方程式即得 1 分)

加入  $\text{CCl}_4$  后,  $\text{I}_2$  被  $\text{CCl}_4$  萃取, 平衡 1 正向移动, 或  $c(\text{Fe}^{3+})$  降低 (1 分),

平衡 2 逆向移动, 或  $c[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$  降低 (1 分), 所以红色消失

(2) ① 萃取后的溶液呈棕黄色的主要原因是存在  $\text{I}_3^-$

② 加入 1 mL (1 分) 0.1 mol·L<sup>-1</sup> KI (1 分) 溶液, 振荡、静置

试管 1 中液体分层, 上层为无色, 下层呈紫红色, 试管 2 中液体分层, 上层呈黄色, 下层呈紫红色 (或紫红色变浅)

# 海淀区高三年级第二学期期中练习

## 理科综合能力测试

### 生物试题参考答案及评分标准

2015.4

#### 第一部分（选择题）（每小题 6 分，共 30 分）

1.C 2.A 3.B 4.D 5.A

#### 第二部分（非选择题）（共 50 分）

29.（除注明外，每空 2 分，共 16 分）

（1）调节（或“调控”）

（2）① 向性生长

②相反 4（1 分） 延迟（1 分） BR 促进胚轴和主根的向性（弯曲）

生长

（3）分生区（1 分） 极性运输 远地（1 分）

（4）IAA 极性运输载体基因（1 分） 高于（1 分）

30.（除注明外，每空 2 分，共 18 分）

（1）雄 D 基因 突变 脱分化（或“去分化”）

（2）显微镜（1 分） 减数（1 分）

（3）30% DD:Dd:dd=5:6:1

（4）两种引物组合均可完成扩增

（5）两种荧光的定位（模式）相同（或“两种荧光同时出现在细胞核中”）

31.（除注明外，每空 2 分，共 16 分）

（1）核糖体 蛋白质

（2）色氨酸（1 分） 表达（或“指导合成”）（1 分）

（3）逆转录

（4）RNA 聚合酶

（5）组氨酸和亮氨酸合成未被激活 组氨酸、色氨酸、亮氨酸（1 分） 与蛋白 P 相互作用（1 分）

（6）通过蛋白 P 作用于代谢关键酶，干扰细胞的代谢