

理科综合能力测试

2018.3

(考试时间 150 分钟 满分 300 分)

本试卷共 17 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 N 14 O 16 K 39 Ar 40

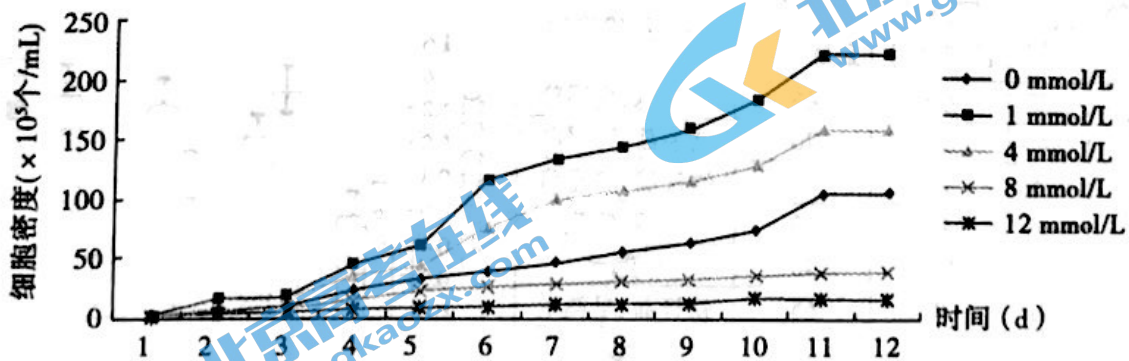
第一部分 (选择题 共 120 分)

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. 以下实验选材不能达到实验目的的是

- A. 利用鸡红细胞进行 DNA 的粗提取
- B. 利用蛙红细胞观察细胞有丝分裂
- C. 利用猪红细胞制备纯净的细胞膜
- D. 利用羊红细胞进行细胞吸水失水实验

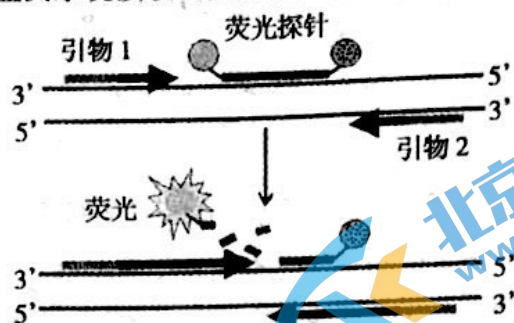
2. 单细胞浮游植物杜氏盐藻是最耐盐的光合生物之一。研究发现, K^+ 浓度对杜氏盐藻的生长繁殖具有重要作用。下列说法合理的是



不同K⁺浓度下杜氏盐藻的生长曲线

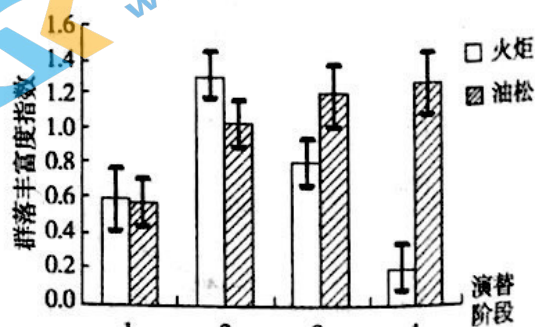
- A. 每天需定时对杜氏盐藻逐个计数以绘制生长曲线
- B. 4 mmol/L的 K^+ 对杜氏盐藻生长繁殖具有抑制作用
- C. 杜氏盐藻的高耐盐性是其与环境共同进化的结果
- D. 若将 K^+ 替换成 Na^+ , 则得到的实验结果也一定相同

3. 荧光定量 PCR 技术可定量检测样本中某种 DNA 含量。其原理是：在 PCR 反应体系中每加入一对引物的同时加入一个与某条模板链互补的荧光探针，当 Taq 酶催化子链延伸至探针处，会水解探针，使荧光监测系统接收到荧光信号，即每扩增一次，就有一个荧光分子生成。相关叙述错误的是



- A. 引物与探针均具特异性，与模板结合时遵循碱基互补配对原则
 B. Taq 酶可以催化子链沿着 3'→5' 方向延伸，需 dNTP 作为原料
 C. 反应最终的荧光强度与起始状态模板 DNA 含量呈正相关
 D. 若用 cDNA 作模板，上述技术也可检测某基因的转录水平
4. 下丘脑的 CRH 神经元兴奋后可分泌促肾上腺皮质激素释放激素 CRH(一种含 41 个氨基酸的神经肽)，促进垂体分泌促肾上腺皮质激素，进而促进肾上腺皮质分泌肾上腺皮质激素。研究发现下丘脑 - 垂体 - 肾上腺轴的功能紊乱，可使 CRH 神经元过度兴奋，导致 CRH 分泌增多，为抑郁症的成因之一。下列叙述错误的是
- A. 正常状态下，兴奋在神经元之间以电信号的形式进行单向传递
 B. CRH 的合成、加工需要多种细胞器协调配合，分泌方式为胞吐
 C. 健康人血液中肾上腺皮质激素增多时会增强对下丘脑的抑制
 D. 可以通过调控 CRH 基因或受体的表达水平等方法治疗抑郁症
5. 在首钢集团冀东矿区的生态恢复研究中，研究者比较了不同种植年份的人工油松林和人工火炬林的生态效益，结果如下。





林龄 (年)	群落	群落总盖度 (%)	草本层盖度 (%)	草本层优势种
2	火炬	60	45	猪毛蒿、狗尾草
	油松	30	20	猪毛蒿、狗尾草
5	火炬	75	70	铁杆蒿、隐子草
	油松	40	35	芨芨草、紫菀
7	火炬	90	40	早熟禾
	油松	70	65	铁杆蒿、早熟禾
11	火炬	100	5	无
	油松	90	80	白羊草、隐子草



注：群落总盖度指一定面积内植物覆盖地面的百分率；草本层盖度指一定面积内草本植物覆盖地面的百分率
 以下叙述合理的是

- A. 火炬群落在短期内可以迅速提高植被盖度，增加了生物量，促进了能量循环
 B. 油松群落经过演替形成了乔木 - 灌木 - 草本的水平结构，此结构逐渐完善
 C. 群落丰富度指数越高，生态系统的自我调节能力越弱
 D. 综合上述信息，火炬林长期的生态效益远不及油松林

6. 吉州窑黑釉木叶纹盏是中华名瓷,传统制作过程如下。其中以化学反应为主的是

A. 踩泥	B. 拉坯	C. 上釉	D. 烧制
			

7. 下列事实不能用元素周期律解释的是

A. 碱性: $\text{NaOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$

B. 相对原子质量: $\text{Ar} > \text{K}$

C. 酸性: $\text{HClO}_4 > \text{HIO}_4$

D. 稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$

8. NaCl 溶液的电解产物可用于生产盐酸、漂白粉、氢氧化钠等产品。下列说法不正确的是

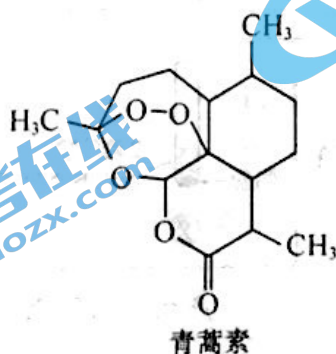
A. HCl 的电子式: $\text{H}^+ [: \ddot{\text{Cl}} :]^-$

B. NaOH 中既含离子键又含共价键

C. 电解 NaCl 溶液时, 阴极区 pH 增大的原因: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

D. 漂白粉露置在空气中: $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + 2\text{HClO}$

9. 屠呦呦率领的团队先后经历了用水、乙醇、乙醚提取青蒿素的过程, 最终确认只有采用低温、乙醚冷浸等方法才能成功提取青蒿素。研究发现青蒿素中的某个基团对热不稳定, 该基团还能与 NaI 作用生成 I_2 。



下列分析不正确的是

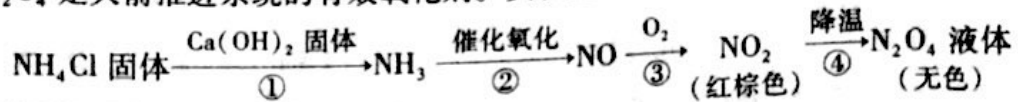
A. 推测青蒿素在乙醚中的溶解度大于在水中的溶解度

B. 通过元素分析与质谱法可确认青蒿素的分子式

C. 青蒿素中能将 NaI 氧化为 I_2 的基团是酯基

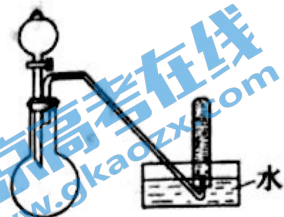
D. 青蒿素中对热不稳定的基团是“—O—O—”

10. 液态 N_2O_4 是火箭推进系统的有效氧化剂。实验室制备少量 N_2O_4 的流程如下:

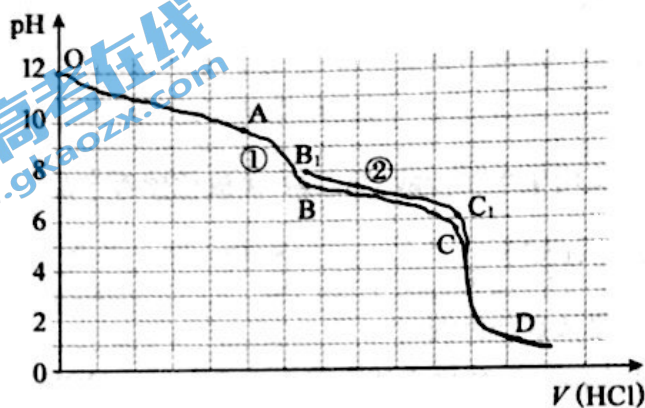


下列分析不正确的是

- A. 反应②、③中氮元素的化合价均发生了变化
- B. 反应②利用了 NH_3 的还原性
- C. 反应④的颜色变化是由化学平衡移动引起的
- D. 反应①可由右图所示装置实现



11. 测溶液 pH 可研究反应过程。用盐酸分别滴定 Na_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 溶液,测得 pH 随加入盐酸体积的变化如下图所示(曲线②从 B_1 点开始滴定)。下列判断不正确的是



- A. 曲线①表示用盐酸滴定 Na_2CO_3 的过程
 - B. $B、C_1$ 点均满足: $c(Na^+) + c(H^+) = 2c(CO_3^{2-}) + c(HCO_3^-) + c(OH^-)$
 - C. 曲线①、②说明 Na_2CO_3 与盐酸的反应分步进行
 - D. BC 段和 B_1C_1 段发生的主要反应均是 $HCO_3^- + H^+ = CO_2 \uparrow + H_2O$
12. 某同学进行如下实验(溶液的浓度均为 1 mol/L)。

实验	铝粉 2滴 NaOH 溶液 2mL H_2O ①	铝粉 2滴盐酸 2mL $NaNO_3$ 溶液 ②	铝粉 2滴水 2mL $NaNO_3$ 溶液 ③
现象	产生无色气泡	产生无色气泡 液面上方呈浅红棕色	产生无色气泡 (能使湿润 pH 试纸变蓝)

下列对实验现象的解释或推测不合理的是

- A. ①中: $2Al + 2OH^- + 2H_2O = 2AlO_2^- + 3H_2 \uparrow$
- B. 根据上述实验判断, $NaNO_3$ 的氧化性强于水
- C. ②中: $Al + 3NO_3^- + 6H^+ = Al^{3+} + 3NO_2 \uparrow + 3H_2O$
- D. ③中使湿润 pH 试纸变蓝的气体是 NH_3

13. 下列说法中正确的是
- A. 外界对气体做功,气体的内能一定增大
 - B. 气体从外界吸收热量,气体的内能一定增大
 - C. 液体的温度越高,布朗运动越明显
 - D. 液体的温度越低,布朗运动越明显

14. 下面是四种与光有关的事实:
- ①白光通过棱镜在屏上呈现彩色;
 - ②雨后的天空出现彩虹;
 - ③肥皂泡的表面呈现彩色;
 - ④白光通过双缝在光屏上呈现彩色条纹
- 其中,与光的干涉有关的是
- A. ①②
 - B. ①③
 - C. ②③
 - D. ③④

15. 一列简谐横波沿 x 轴负方向传播,图1是该横波 $t=0$ 时的波形图,图2是介质中某质点的振动图像,则图2描述的可能是

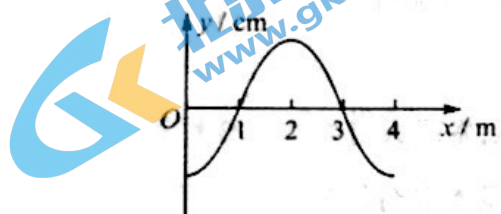


图1

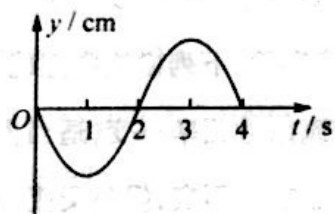
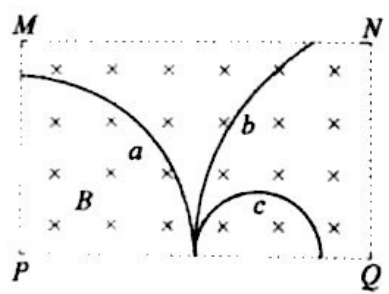


图2

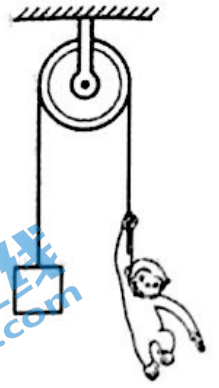
- A. $x=3\text{m}$ 处质点的振动图像
 - B. $x=2\text{m}$ 处质点的振动图像
 - C. $x=1\text{m}$ 处质点的振动图像
 - D. $x=0$ 处质点的振动图像
16. 2017年2月,美国宇航局宣布,在一颗恒星的周围发现多达7颗大小与地球接近的行星,其中3颗可能存在生命。若某颗行星绕该恒星做圆周运动,并测出了轨道半径和运行周期。引力常量已知,则可推算出
- A. 行星的质量
 - B. 行星的半径
 - C. 恒星的质量
 - D. 恒星的半径

17. 如图所示,虚线框 $MNPQ$ 内存在匀强磁场,磁场方向垂直纸面向里。 a 、 b 、 c 是三个质量和电荷量都相等的带电粒子,它们从 PQ 边上的中点沿垂直于磁场的方向射入磁场,图中画出了它们在磁场中的运动轨迹。若不计粒子所受重力,则

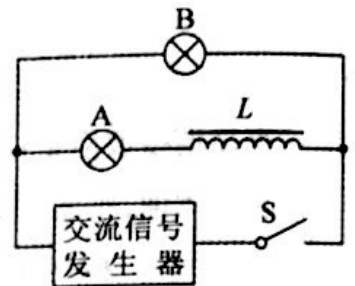


- A. 粒子 a 带负电,粒子 b 、 c 带正电
- B. 粒子 c 在磁场中运动的时间最长
- C. 粒子 c 在磁场中的加速度最大
- D. 粒子 c 在磁场中的动量最大

18. 如图所示,一根绳子穿过滑轮,绳子的一端挂一个重物,另一端有一只猴子,恰好处于静止状态。绳子的质量、滑轮的质量以及滑轮的摩擦均可忽略。若猴子沿绳子向上爬,则



- A. 重物将向上运动
 B. 重物将向下运动
 C. 重物将保持不动
 D. 以上三种情况都有可能
19. 如图所示,将带铁芯的电感器 L 与灯泡 A 串联,再与另一个完全相同的灯泡 B 并联,接在以正弦交流信号发生器为电源的两端。通过调节交流信号发生器上的旋钮,可以改变输出电压和信号的频率。闭合开关 S, A、B 两灯均发光。关于该实验,下列说法中正确的是



- A. 保持交流信号频率不变,适当提高输出电压,发现 A 灯始终比 B 灯亮
 B. 保持输出电压不变,提高交流信号频率,发现 A、B 灯均变亮
 C. 保持输出电压和信号频率不变,撤去铁芯后,发现 A 灯比原来亮
 D. 断开开关 S,发现 A 灯闪亮一下,然后熄灭
20. 风化侵蚀的产物有可能被风、流水、冰川和海浪挟带而离开原位置,地理学家把这种现象叫做“搬运”。为了讨论水流的搬运作用,设水的流速为 v ,物块的几何线度为 l ,并作如下简化:物块的体积与 l^3 成正比,水流对物块的作用力与 $l^2 v^2$ 成正比,物块受到的阻力与物块的重力成正比。

已知水的流速为 v 时,能搬运石块的重力为 G 。当水的流速为 $2v$ 时,能搬运石块的重力为

- A. $2G$ B. $4G$ C. $16G$ D. $64G$

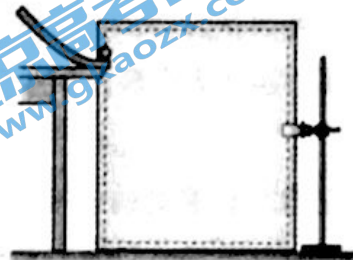
第二部分 (非选择题 共 180 分)

本部分共 11 小题,共 180 分。

21. (18 分)

(1) 利用如图所示的装置研究平抛运动。实验中,下列说法中正确的有_____。

- A. 斜槽轨道必须光滑
- B. 通过调节使斜槽末端保持水平
- C. 每次释放小球的位置可以不同
- D. 每次必须由静止开始释放小球



(2) 利用如图 1 所示的电路可以测定一节干电池的电动势和内电阻。

① 现有电压表(0~3V)、开关和导线若干,以及下列器材:

- A. 电流表(0~0.6A)
- B. 电流表(0~3A)
- C. 滑动变阻器(0~20Ω)
- D. 滑动变阻器(0~100Ω)

实验中电流表应选用_____;滑动变阻器应选用_____。(选填相应器材前的字母)

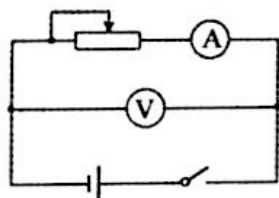


图 1

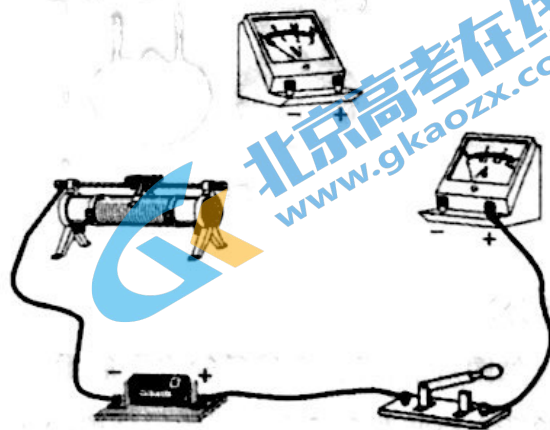


图 2

② 在图 2 中用笔画线代替导线,按图 1 将电路连线补充完整。

③ 实验中,某同学记录的 6 组数据如下表所示,其中 5 组数据的对应点已经标在图 3 的坐标纸上,请标出余下一组数据的对应点,并画出 $U-I$ 图线。

序号	1	2	3	4	5	6
电压 $U(V)$	1.35	1.30	1.25	1.20	1.15	1.10
电流 $I(A)$	0.12	0.14	0.24	0.30	0.36	0.42

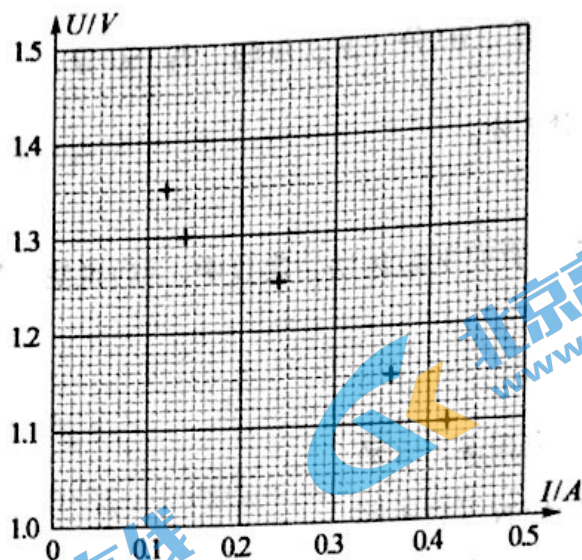


图3

④根据图3可得出干电池的电动势 $E =$ _____ V, 内电阻 $r =$ _____ Ω 。

⑤小明同学学习了电源的相关知识后,制作了如图4所示的水果电池。为了测量该电池的电动势,他从实验室借来了灵敏电流表(内阻未知,且不可忽略)、电阻箱、开关以及若干导线,设计了如图5所示的电路图。你认为小明同学能否准确测出水果电池的电动势,并说明理由。

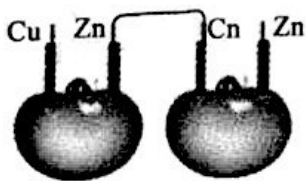


图4

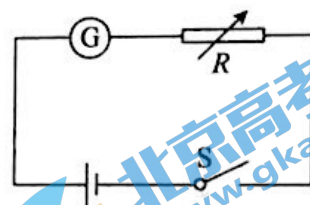


图5

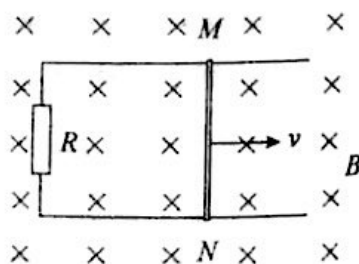
22. (16分)

如图所示,平行金属导轨水平放置,宽度 $L = 0.30\text{m}$,一端连接 $R = 0.50\Omega$ 的电阻。导轨所在空间存在竖直向下的匀强磁场,磁感应强度 $B = 0.20\text{T}$ 。导体棒 MN 放在导轨上,其长度恰好等于导轨间距,与导轨接触良好。导轨和导体棒的电阻均可忽略不计。现使导体棒 MN 沿导轨向右匀速运动,速度 $v = 5.0\text{m/s}$ 。求:

(1) 导体棒 MN 切割磁感线产生的感应电动势 E ;

(2) 导体棒 MN 所受安培力 F 的大小;

(3) 感应电流的功率 P 。



23. (18 分)

图 1 所示的蹦极运动是一种非常刺激的娱乐项目。为了研究蹦极过程,做以下简化:将游客视为质点,他的运动沿竖直方向,忽略弹性绳的质量和空气阻力。如图 2 所示,某次蹦极时,游客从蹦极平台由静止开始下落,到 P 点时弹性绳恰好伸直,游客继续向下运动,能到达的最低位置为 Q 点,整个过程中弹性绳始终在弹性限度内,且游客从蹦极平台第一次下落到 Q 点的过程中,机械能损失可忽略。弹性绳的弹力大小可以用 $F = k \cdot \Delta x$ 来计算,其中 k 为常量, Δx 为弹性绳的伸长量。

- (1) 弹性绳的原长为 l_0 , 弹性绳对游客的弹力为 F , 游客相对蹦极平台的位移为 x , 取竖直向下为正方向, 请在图 3 中画出 F 随 x 变化的示意图;
- (2) 借助 $F-x$ 图像可以确定弹力做功的规律, 在此基础上, 推导当游客位移为 $x(x > l_0)$ 时, 弹性绳弹性势能 E_p 的表达式;
- (3) 按照安全标准, 该弹性绳允许的最大拉力 $F_m = 4.3 \times 10^3 \text{ N}$, 游客下落至最低点与地面的距离 $d \geq 3 \text{ m}$ 。已知 $l_0 = 10 \text{ m}$, $k = 100 \text{ N/m}$, 蹦极平台与地面间的距离 $D = 55 \text{ m}$ 。取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 试通过计算说明: 总质量 $M = 160 \text{ kg}$ 的游客能否被允许使用该蹦极设施。

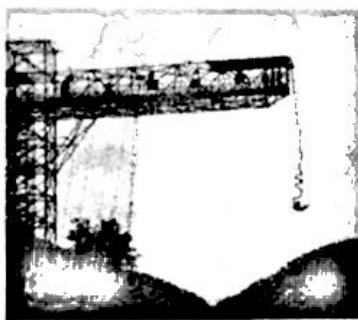


图 1

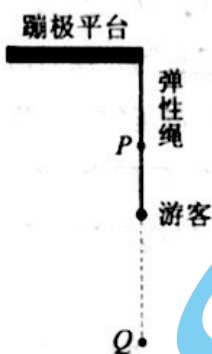


图 2

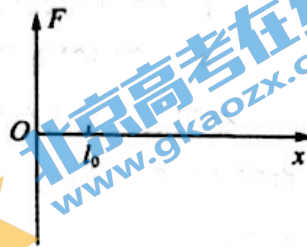
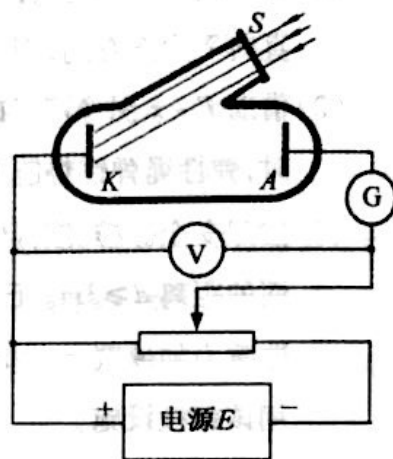


图 3

24. (20 分)

在玻尔的原子结构理论中,氢原子由高能态向低能态跃迁时能发出一系列不同频率的光,波长可以用巴耳末—里德伯公式 $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2})$ 来计算,式中 λ 为波长, R 为里德伯常量, n 、 k 分别表示氢原子跃迁前和跃迁后所处状态的量子数,对于每一个 k ,有 $n = k + 1, k + 2, k + 3 \dots$ 。其中,赖曼系谱线是电子由 $n > 1$ 的轨道跃迁到 $k = 1$ 的轨道时向外辐射光子形成的,巴耳末系谱线是电子由 $n > 2$ 的轨道跃迁到 $k = 2$ 的轨道时向外辐射光子形成的。

(1) 如图所示的装置中, K 为一金属板, A 为金属电极,都密封在真空的玻璃管中, S 为石英片封盖的窗口,单色光可通过石英片射到金属板 K 上。实验中:当滑动变阻器的滑片位于最左端,用某种频率的单色光照射 K 时,电流计 G 指针发生偏转;向右滑动滑片,当 A 比 K 的电势低到某一值 U_c (遏止电压) 时,电流计 G 指针恰好指向零。



现用氢原子发出的光照射某种金属进行光电效应实验。若用赖曼系中波长最长的光照射时,遏止电压的大小为 U_1 ;若用巴耳末系中 $n = 4$ 的光照射金属时,遏止电压的大小为 U_2 。

金属表面层内存在一种力,阻碍电子的逃逸。电子要从金属中挣脱出来,必须克服这种阻碍做功。使电子脱离某种金属所做功的最小值,叫做这种金属的逸出功。

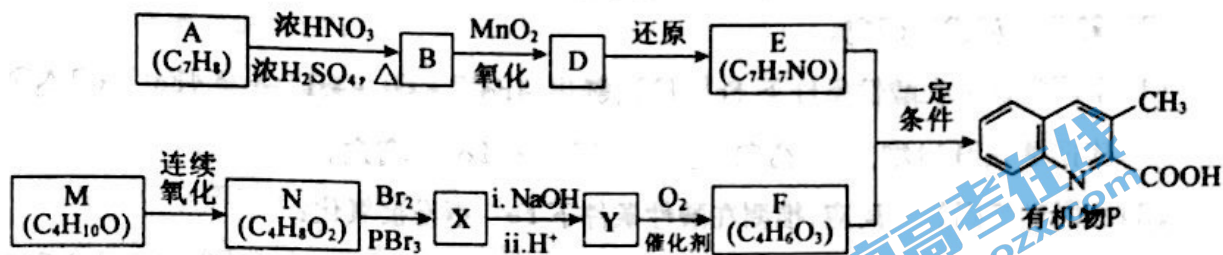
已知电子电荷量的大小为 e ,真空中的光速为 c ,里德伯常量为 R 。试求:

- a. 赖曼系中波长最长的光对应的频率 ν_1 ;
- b. 普朗克常量 h 和该金属的逸出功 W_0 。

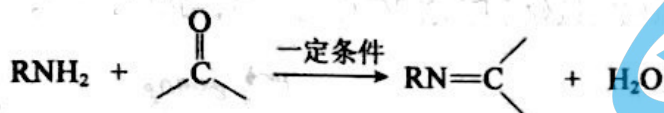
(2) 光子除了有能量,还有动量,动量的表达式为 $p = \frac{h}{\lambda}$ (h 为普朗克常量)。

- a. 请你推导光子动量的表达式 $p = \frac{h}{\lambda}$;
- b. 处于 $n = 2$ 激发态的某氢原子以速度 v_0 运动,当它向 $k = 1$ 的基态跃迁时,沿与 v_0 相反的方向辐射一个光子。辐射光子前后,可认为氢原子的质量为 M 不变。求辐射光子后氢原子的速度 v (用 h 、 R 、 M 和 v_0 表示)。

25. (17分) 有机物P是某抗病毒药物的中间体,它的一种合成路线如下。



已知:

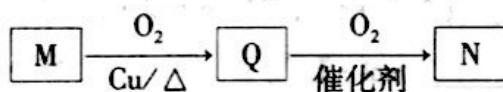


(1) A为芳香化合物,其结构简式是_____。

(2) A→B的化学反应方程式是_____,反应类型是_____。

(3) M无支链,N中所含有的官能团是_____。

(4) M连续氧化的步骤如下:



M转化为Q的化学方程式是_____。

(5) X的分子式是C₄H₇O₂Br。下列说法正确的是_____。

a. F能发生酯化反应和消去反应

b. Y在一定条件下可生成高分子化合物 $\text{H} \left[\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C} \left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \end{array} \right) \right]_n \text{OH}$

c. 1 mol X与NaOH溶液反应时,最多消耗2 mol NaOH

(6) E的结构简式是_____。

(7) 以乙烯为起始原料,选用必要的无机试剂合成M,写出合成路线(用结构简式表示有机物,用箭头表示转化关系,箭头上注明试剂和反应条件)。

26. (12分) 久置的 FeSO_4 溶液变黄, 一般认为是二价铁被氧化为三价铁的缘故。某研究小组对转化过程进行研究。

(1) 甲同学认为在酸性条件下 Fe^{2+} 易被氧化: $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。其

依据是 $c(\text{H}^+)$ 增大, 平衡向_____移动, $c(\text{Fe}^{3+})$ 增大。

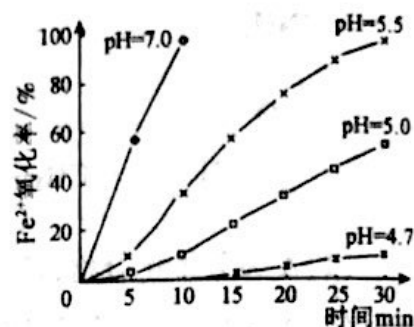
(2) 乙同学依据如下反应, 推测在酸性条件下 Fe^{2+} 不易被氧化:

_____ $\text{Fe}^{2+} +$ _____ $\text{O}_2 +$ _____ $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$ _____ $\text{Fe}(\text{OH})_3 +$ _____ H^+ (将反应补充完整)

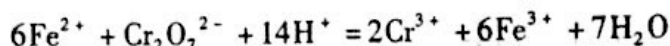
(3) 研究在不同 pH 下 Fe^{2+} 被 O_2 氧化的氧化率随时间变化的关系, 结果如下图。

①下列判断正确的是_____。

- a. 二价铁被氧化的过程受溶液酸碱性影响
- b. pH 越小, Fe^{2+} 越易被氧化
- c. pH 增大, Fe^{2+} 的氧化速率变快



②用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液测定 Fe^{2+} 浓度, 从而计算 Fe^{2+} 的氧化率。反应如下:



若滴定 x mL 溶液中的 Fe^{2+} , 消耗 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液 b mL, 则溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(4) 通过以上研究可知, 新配制的 FeSO_4 溶液中常加入稀 H_2SO_4 , 其目的是_____。

(5) 利用铁的不同价态的转化设计电池: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{Li} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{Fe} + 3\text{Li}_2\text{O}$ 。电池所涉及的能量变化如下图所示。

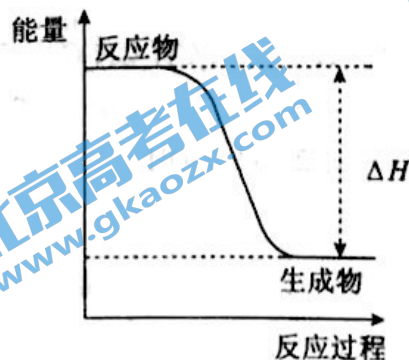


图 a

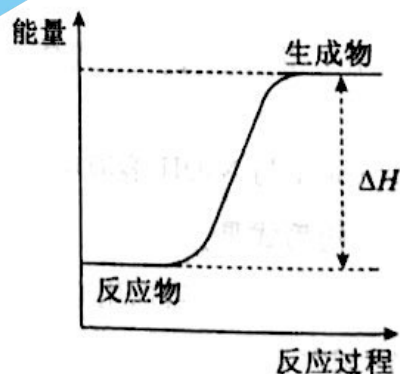


图 b

①上图中能表示电池在充电过程中能量变化的是_____。

②该电池不能以水溶液为电解质溶液, 用化学方程式说明原因:_____。

③电池通过 Li^+ 的移动完成放电。放电时正极的电极反应式是_____。

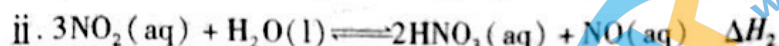
27. (14分)煤燃烧排放的烟气含有 SO_2 和 NO_x (主要成分为 NO 、 NO_2 的混合物),对烟气进行脱硫、脱硝有多种方法。

(1)碱液吸收法:采用石灰乳脱除 SO_2 。脱除后的主要产物是_____。

(2)液相氧化法:采用 NaClO 溶液进行脱除。

① NaClO 水解的离子方程式是_____。

② NaClO 溶液吸收 NO 的主要过程如下:



$\text{NO}(\text{aq})$ 转化为 $\text{HNO}_3(\text{aq})$ 的热化学方程式是_____。

③研究 pH 对 NO 脱除率的影响。调节 NaClO 溶液的初始 pH, NO 的脱除率如下:

初始 pH	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5
NO 脱除率	91%	88%	83%	65%	51%

pH 影响 NO 脱除率的原因是_____。

(3)研究发现,在液相氧化法中,一定量的 SO_2 能提高 NO_x 的脱除率。当 $\text{pH} = 5.5$ 时, SO_2 对有效氯含量、 NO_x 脱除率的影响如下图所示。

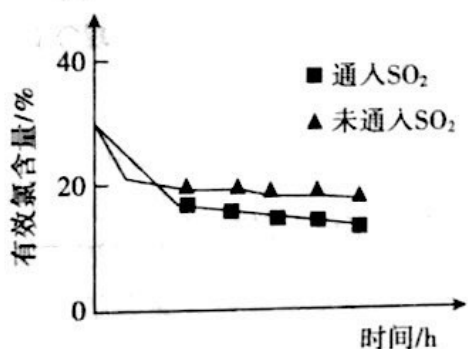


图 1

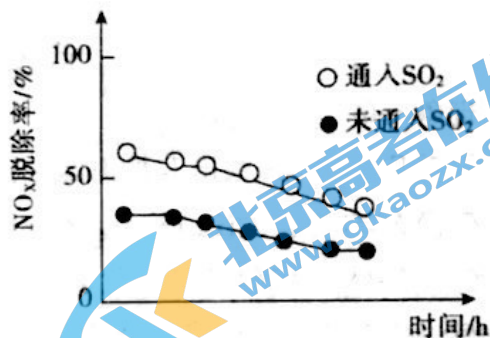
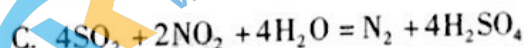


图 2

①据图 1,通入 SO_2 后有效氯含量降低。 SO_2 和 HClO 反应的离子方程式是_____。

②针对图 2 中 NO_x 脱除率提高的原因,研究者提出了几种可能发生的反应:

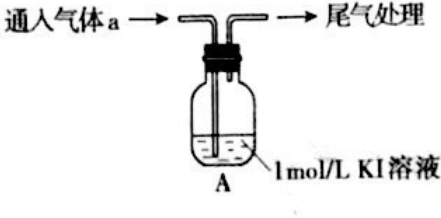


用同位素示踪法确认发生的反应:把 $^{15}\text{NO}_2$ 和 NO 按一定比例混合,通入 SO_2 的水溶液中,检测气体产物。

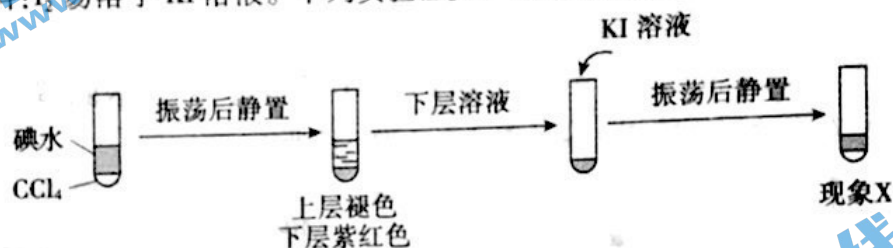
a. 气体产物中主要含有 $^{15}\text{N}_2$ 、 N_2O ,则发生的主要反应是_____ (填序号)。

b. 同时检测到气体产物中还有 ^{15}NN ,产生 ^{15}NN 的化学方程式是_____。

28. (15分) 某小组以反应 $4H^+ + 4I^- + O_2 = 2I_2 + 2H_2O$ 为研究对象, 探究影响氧化还原反应的因素。

实验	气体 a	编号及现象
 通入气体 a → 尾气处理 A 1mol/L KI 溶液	HCl	I. 溶液迅速呈黄色
	SO ₂	II. 溶液较快呈亮黄色
	CO ₂	III. 长时间后, 溶液呈很浅的黄色
	空气	IV. 长时间后, 溶液无明显变化

- (1) 实验 IV 的作用是_____。用 CCl₄ 萃取 I、II、III、IV 的溶液, 萃取后下层 CCl₄ 的颜色均无明显变化。
- (2) 取萃取后上层溶液, 用淀粉检验: I、III 的溶液变蓝; II、IV 的溶液未变蓝。溶液变蓝说明 I、III 中生成了_____。
- (3) 查阅资料: I₂ 易溶于 KI 溶液。下列实验证实了该结论并能解释 I、III 的萃取现象。



现象 x 是_____。

- (4) 针对 II 中溶液未检出 I₂ 的原因, 提出三种假设:

假设 1: 溶液中 $c(H^+)$ 较小。小组同学认为此假设不成立, 依据是_____。

假设 2: O₂ 只氧化了 SO₂, 化学方程式是_____。

假设 3: I₂ 不能在此溶液中存在。

- (5) 设计下列实验, 验证了假设 3, 并继续探究影响氧化还原反应的因素。

- 取 II 中亮黄色溶液, 滴入品红, 红色褪去。
- 取 II 中亮黄色溶液, 加热, 黄色褪去, 经品红检验无 SO₂。向褪色溶液中加入酸化的 AgNO₃ 溶液, 产生大量 AgI 沉淀, 长时间静置, 沉淀无明显变化。
- 取 II 中亮黄色溶液, 控制一定电压和时间进行电解, 结果如下。

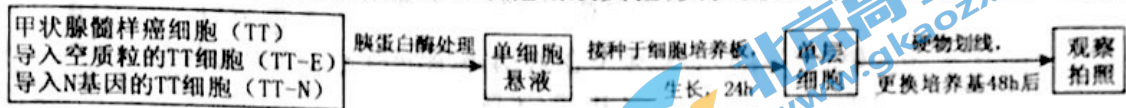
电解时间/min	溶液	阳极	阴极
t ₁	黄色变浅、有少量 SO ₄ ²⁻	检出 I ₂ , 振荡后消失	H ₂
t ₂ (t ₂ > t ₁)	溶液无色、有大量 SO ₄ ²⁻	检出 I ₂ , 振荡后消失	H ₂

结合化学反应, 解释上表中的现象:_____。

- (6) 综合实验证据说明影响 I 被氧化的因素及对应关系_____。

29. (16分) 甲状腺是人体最重要的内分泌器官之一。甲状腺髓样癌恶性程度较高、预后性差。

- (1) 体内出现癌细胞时,非特异性免疫中的_____细胞可以摄取、处理癌细胞,特异性免疫中的_____免疫发挥主要的抗肿瘤作用。
- (2) 研究表明,N基因在甲状腺肿瘤组织等多种肿瘤组织细胞中表达水平降低。为研究N基因对癌细胞的影响,研究者进行了细胞划痕实验,实验流程和结果如图1、图2所示。



注:细胞在新更换的培养基中无法增殖和长大

图1 细胞划痕实验流程图

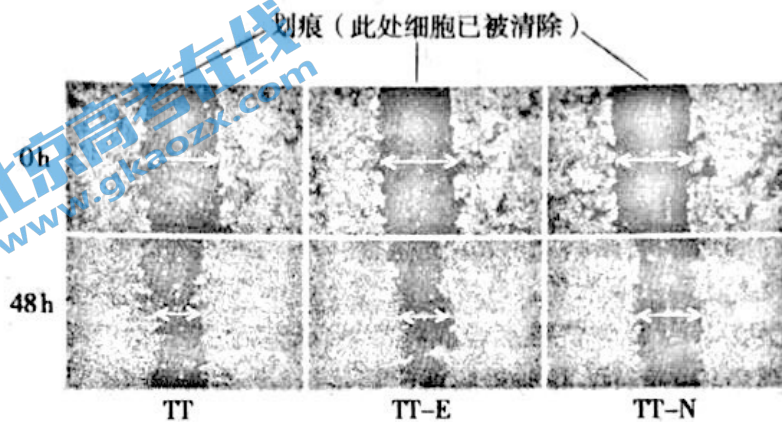


图2 细胞划痕实验结果

由图可知,与另外两组相比,48h后TT-N组细胞划痕的宽度较_____,说明N基因可以_____。

- (3) 动物体内碘主要集中分布于甲状腺,因此可利用 ^{131}I (碘的放射性同位素,可杀死细胞)治疗部分种类甲状腺癌,但甲状腺髓样癌细胞摄碘水平极低,难以开展 ^{131}I 治疗。
- ①已有研究显示,N基因可有效上调TT细胞中碘离子载体NIS的表达水平。研究者推测,甲通路参与了N基因上调NIS的翻译过程。为验证此机制,请将实验组和对照组的实验材料、检测指标分别填入下表(选填选项前的字母)。

	实验材料	检测指标
实验组		
对照组		

- A. TT-E细胞 B. TT-N细胞 C. TT-N细胞+甲通路抑制剂
D. NIS的mRNA量 E. NIS的量

- ②为进一步研究N基因是否能够有效增强 ^{131}I 对甲状腺髓样癌的治疗效果,研究者在裸鼠皮下接种TT-N细胞,形成甲状腺肿瘤,一段时间后腹腔注射 ^{131}I 制剂,检测肿瘤细胞的 ^{131}I 摄取水平。请评价该实验方案并加以完善:_____。
该实验结果可以为癌症治疗提供参考。

30. (18分)栽培黄瓜是由野生黄瓜驯化而来,野生黄瓜和栽培黄瓜植株中均存在苦味素合成酶基因A。

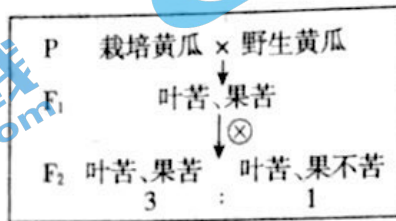
(1)右图比较了野生黄瓜和栽培黄瓜植株中苦味素(使黄瓜具有苦味的物质)的相对含量。

据图可知,与野生黄瓜相比,栽培黄瓜的特点是_____。在不考虑突变的情况下,同一植物体中的叶片细胞与果实细胞的基因组成应_____ (相同/不同),基因A在栽培黄瓜的叶片和果实中的表达_____ (相同/不同)。



(2)为探究苦味性状的遗传规律及其产生的分子机制,研究者进行了如下实验。

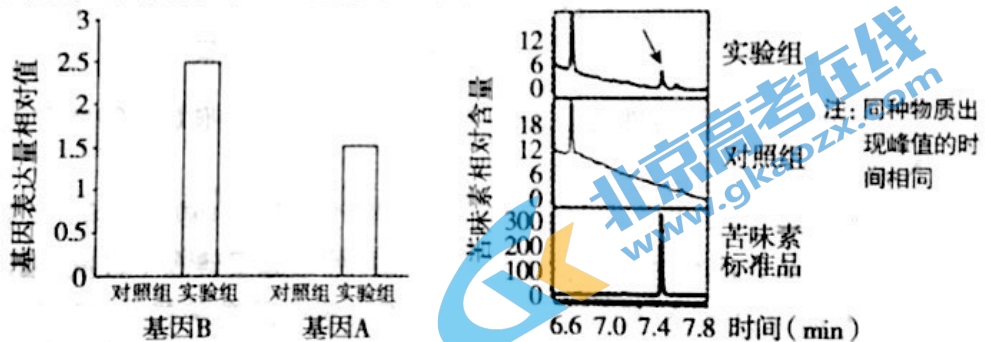
①杂交实验:



根据杂交实验结果可知,果实的苦味与不苦性状中_____为显性性状,它们的遗传遵循基因的_____定律。

②比较上述野生黄瓜和栽培黄瓜的_____文库中的基因,发现两者仅基因B序列不同。

③为研究基因B与苦味素合成的关系,研究者将野生型黄瓜的基因B导入栽培黄瓜后测定相关指标,并与对照组进行比较,结果如下图。



据结果可知,基因B通过_____,导致黄瓜果实产生苦味。

④研究者将基因A的启动子与荧光素酶(可催化荧光素反应发出荧光)合成基因拼接成融合基因,并与基因B一起导入烟草细胞,一段时间后,观测叶片的荧光强度。

导入基因		结果	
对照组	—	基因A启动子与荧光素酶合成基因	荧光强度低
实验组	基因B	基因A启动子与荧光素酶合成基因	荧光强度高

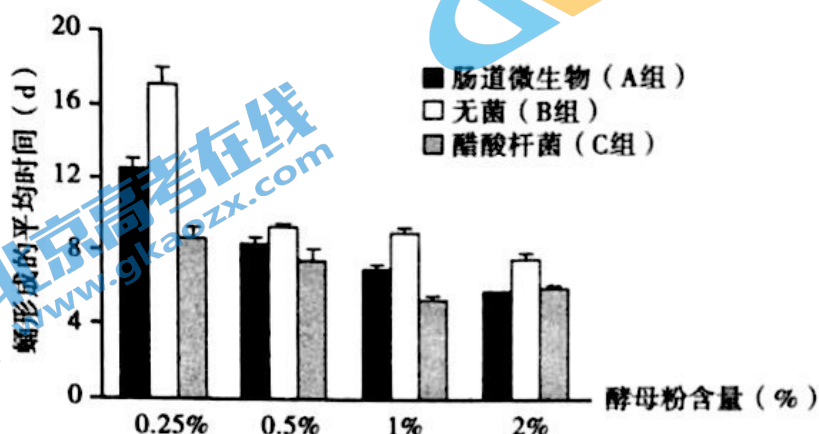
此实验目的是进一步研究_____。

(3)结合上述实验结果,解释栽培黄瓜特点出现的原因是_____。

(4)现有栽培过程中偶然得到 aabb 的个体,并在实验室中保留下来。基因A、a与B、b位于非同源染色体上。将其与野生型黄瓜杂交得F₁,F₁自交得F₂,推测F₂的表现型及比例为_____。在野生状态和大田栽培条件下上述某表现型的黄瓜比例极低,从生物进化的角度解释其原因是_____。

31. (16分)果蝇肠道中有包括醋酸杆菌在内的多种微生物,对其进行了分离、研究。

- (1)分离醋酸杆菌:培养基中加入一定浓度甘露醇既可为醋酸杆菌提供_____,又能抑制其它肠道微生物的生长,因此可作为_____培养基用于分离醋酸杆菌。实验中剥取果蝇肠道并用_____(蒸馏水/无菌水/生理盐水)冲洗,将所得液体涂布于已制备的培养基中,分离得到醋酸杆菌。
- (2)为研究醋酸杆菌对果蝇生长发育的影响,研究者分别使用含肠道微生物(A组)、无菌(B组)、醋酸杆菌(C组)的培养基喂养无菌果蝇,测定蛹形成的平均时间,结果如图。



据图可知,醋酸杆菌对果蝇蛹形成具有_____作用,酵母粉含量为_____时作用最显著。若研究者利用此实验证实醋酸杆菌在肠道微生物中起主要作用,则需补充D组的实验处理及预期结果为_____。

- (3)从细胞结构来看,醋酸杆菌属于_____生物,可在细胞的_____中将醇类、糖类分解为乙酸。醋酸杆菌可降解纤维素,有助于果蝇消化吸收营养物质,果蝇采食时携带醋酸杆菌,利于其传播,二者形成了_____关系。
- (4)研究表明果蝇大脑分泌的一种蛋白类激素——促胸腺激素(PTTH)在果蝇生长发育过程中可促进蛹形成。预测醋酸杆菌可_____ (提前/延迟/不影响)果蝇PTTH峰值出现的时间。
- (5)综上所述,醋酸杆菌影响果蝇生长发育的原因是:_____。

理科综合能力测试参考答案

2018. 3

第一部分(选择题 共120分)

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

第二部分(非选择题 共180分)

21. (18分)

- (1) BD (2分)
- (2) ① A (2分)
- C (2分)
- ② 答案如图1所示 (2分)

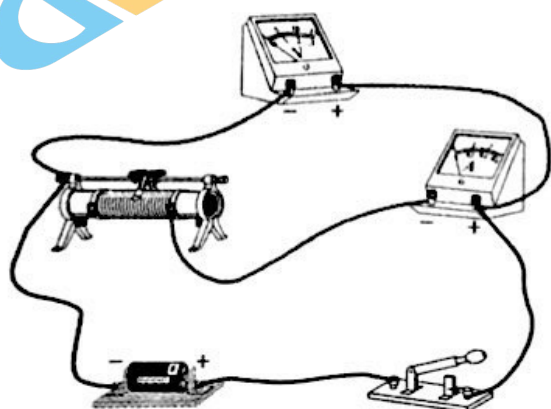


图1

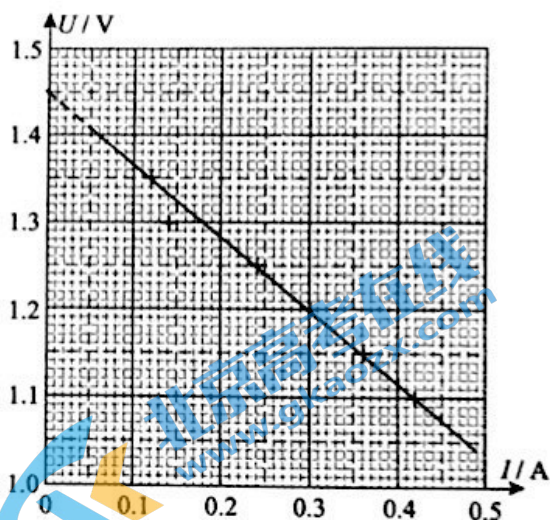


图2

- ③ 答案如图2所示 (2分)
- ④ 1.45(1.43 ~ 1.47) (2分)
- 0.83(0.80 ~ 0.86) (2分)
- ⑤ 可以准确测出水果电池的电动势。

根据闭合电路欧姆定律有 $E = I(R + r + R_g)$, 变形可得 $\frac{1}{I} = \frac{1}{E}R + \frac{r + R_g}{E}$ 。

实验中, 改变电阻箱的阻值 R , 可读出灵敏电流表相应的读数 I , 得到多组对应 R, I 数据, 并画出 $\frac{1}{I} - R$ 图像。在 $\frac{1}{I} - R$ 图像中, 图线的斜率 $k = \frac{1}{E}$, 所以 $E = \frac{1}{k}$ 。 ... (4分)

22. (16分)

解:(1)导体棒 MN 切割磁感线产生的电动势

$$E = BLv = 0.30V \dots\dots\dots (5分)$$

(2)通过导体棒 MN 中的电流

$$I = \frac{E}{R} = 0.60A$$

所以导体棒 MN 所受的安培力

$$F = ILB = 0.036N \dots\dots\dots (6分)$$

(3)感应电流的功率

$$P = I^2 R = 0.18W \dots\dots\dots (5分)$$

23. (18分)

解:(1)弹性绳对游客的弹力 F 随游客位移 x 变化关系的图线如图3所示。..... (4分)

(2)在图3中,图线与 x 轴所围面积表示弹力 F 做的功,则在游客位移从 l_0 变为 x 的过程中,弹力 F 做的功

$$W = -\frac{1}{2}k(x - l_0)^2$$

所以弹性绳的弹性势能

$$E_p = -W = \frac{1}{2}k(x - l_0)^2 \dots\dots\dots (6分)$$

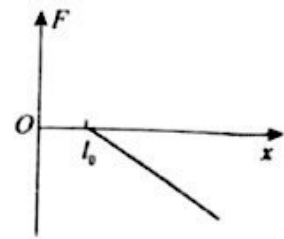


图3

(3)设游客从蹦极平台第一次到达最低点的距离为 l ,在此过程中,根据机械能守恒定律

$$mgl = \frac{1}{2}k(l - l_0)^2$$

解得 $l = 50m$ 或 $l = 2m$ (舍)

则 $d = D - l = 5m > 3m$ (符合要求)

当游客第一次到达最低点时,弹性绳的弹力最大,此时弹性绳的弹力

$$F' = k(l - l_0) = 4.0 \times 10^3 N < F_m \text{ (符合要求)}$$

所以该游客可以使用该蹦极设施 (8分)

24. (20分)

解:(1)a. 在赖曼系中,氢原子由 $n = 2$ 跃迁到 $k = 1$,对应光的波长最长,波长为 λ_1 。则有

$$\frac{1}{\lambda_1} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

所以 $\lambda_1 = \frac{4}{3R}$

所以 $\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3cR}{4} \dots\dots\dots (6分)$

b. 在巴耳末系中,氢原子由 $n=4$ 跃迁到 $k=2$, 对应光的波长为 λ_2 , 频率为 ν_2 。则有

$$\frac{1}{\lambda_2} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2}$$

设 λ_1, λ_2 对应的最大初动能分别为 E_{km1}, E_{km2} 。根据光电效应方程有

$$E_{km1} = h\nu_1 - W_0$$

$$E_{km2} = h\nu_2 - W_0$$

根据动能定理有

$$-eU_1 = 0 - E_{km1}$$

$$-eU_2 = 0 - E_{km2}$$

联立解得 $h = \frac{16e(U_1 - U_2)}{9cR}, W_0 = \frac{1}{3}e(U_1 - 4U_2) \dots \dots \dots (8 \text{分})$

(2)a. 根据质能方程有

$$E = mc^2$$

又因为 $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

$$p = mc$$

所以

$$p = \frac{h}{\lambda} \dots \dots \dots (3 \text{分})$$

b. 光子的动量

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{3hR}{4}$$

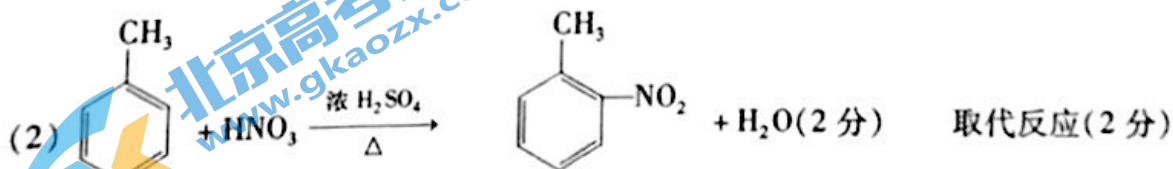
根据动量守恒定律有

$$Mv_0 = Mv - p$$

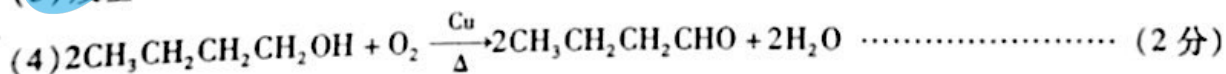
解得

$$v = v_0 + \frac{3hR}{4M} \dots \dots \dots (3 \text{分})$$

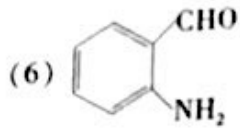
25. (17分)



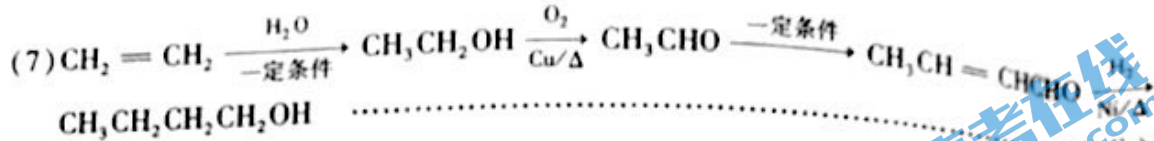
(3) 羧基 (2分)



(5)c (2分)



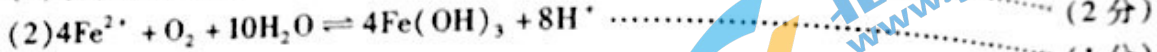
(2分)



(3分)

26. (12分)

(1) 右(或正反应) (2分)

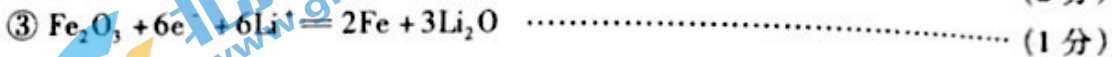
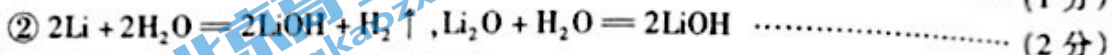


(3) ① ac (2分)

② $\frac{6ab}{x}$ (1分)

(4) 防止 Fe^{2+} 被氧化及抑制 Fe^{2+} 水解 (2分)

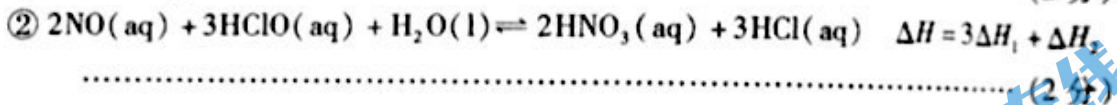
(5) ① 图 b (1分)



27. (14分)

(1) CaSO_3 (或 CaSO_4) (2分)

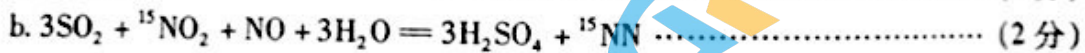
(2) ① $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$ (2分)



③ 降低 pH, 促进 $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$ 正向移动(或 $\text{ClO}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HClO}$), $c(\text{HClO})$ 升高 (2分)

(3) ① $\text{SO}_2 + \text{HClO} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+ + \text{Cl}^-$ (2分)

② a. A 和 C (2分)



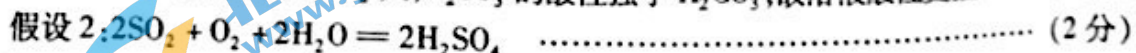
28. (15分)

(1) 对照组, 证明只有 O_2 时很难氧化 I^- (2分)

(2) I_2 (2分)

(3) 上层黄色, 下层无色 (2分)

(4) 假设 1: SO_2 的溶解度比 CO_2 大, H_2SO_3 的酸性强于 H_2CO_3 , 故溶液酸性更强 (2分)



(5) 阳极发生 $2\text{I}^- - 2\text{e}^- = \text{I}_2$, 生成的 I_2 与溶液中的 SO_2 发生反应: $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$, 以上过程循环进行, 使溶液中的 SO_2 减少, SO_4^{2-} 增多, 黄色褪去 (2分)

(6) 通过 I、III、IV, 说明 $c(\text{H}^+)$ 越大, I^- 越易被氧化; 在酸性条件下, KI 比 AgI 易氧化, 说明 $c(\text{I}^-)$ 越大, 越易被氧化; 与反应条件有关, 相同条件下, 电解时检出 I_2 , 未电解时未检出 I_2 (3分)

29. (16分)

- (1)吞噬/巨噬 细胞
(2)贴壁 大 降低癌细胞的分散转移能力
(3)①

	实验材料	检测指标
实验组	C	DE
对照组	B	DE

②此方案存在两处缺陷:第一,应补充两组对照实验,分别向裸鼠皮下移植 TT 细胞和 TT-E 细胞,其它处理相同;第二,应补充测量裸鼠肿瘤体积和重量(合理给分)

30. (18分)

- (1)果实中无苦味素 相同 不同
(2)①苦味 分离
②基因组
③促进基因 A 表达进而促进苦味素合成
④基因 B(表达产物)可促进基因 A 的转录
(3)有基因 A 无基因 B,导致基因 A 表达量低,使得苦味素合成量低,果实不苦
(4)叶果均苦:叶苦果不苦:叶果均不苦 = 9:3:4

叶、果均不苦类型在选择中被淘汰或野生状态苦味的存在利于生存,栽培黄瓜叶苦、果不苦利于在栽培条件下生存并满足人类需求(合理给分)

31. (16分)

- (1)碳源 选择 无菌水
(2)促进 0.25% 使用等量除去醋酸杆菌的肠道微生物喂养无菌果蝇,结果为果蝇蛹形成的平均时间 $B > D$ 且 $D > A$ 、 $D > C$ (合理给分)
(3)原核 细胞质基质 互利共生
(4)提前
(5)醋酸杆菌一方面通过帮助果蝇消化吸收,为果蝇的生长发育提供营养物质和能量;另一方面通过促进促胸腺激素基因提前表达,从而促进果蝇生长发育