

## 理科综合

一、选择题:本题共 13 小题,每小题 6 分,共 78 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

- 生物界有许多发光生物,如发光真菌、萤火虫等。研究发现,萤火虫发光与荧光素有关,并且调整荧光素的结构,可以产生不同形式的腺苷酰氧化虫荧光素,进而发出不同颜色的光。下列叙述错误的是
  - 发光真菌和萤火虫都具有多种类型的生物膜
  - 发光真菌发光时,可由葡萄糖直接提供能量
  - 腺苷酰氧化虫荧光素的形式影响荧光的颜色
  - 萤火虫的发光离不开荧光素酶的催化作用
- 人的骨髓中有骨髓基质细胞和造血干细胞等,其中骨髓基质细胞具有分化为成骨细胞、软骨细胞、脂肪细胞和神经细胞等多种细胞的潜能。科学家提出了一个治疗缺血性脑损伤患者的新策略,即诱导骨髓基质细胞增殖分化成神经细胞,然后移植到病灶部位。下列叙述正确的是
  - 骨髓基质细胞是一种未分化细胞,其胰岛素基因不表达
  - 脂肪细胞内富含脂肪,脂肪可被苏丹Ⅲ染液染成橘黄色
  - 缺血导致的脑细胞死亡与细胞衰老导致的死亡都是由基因控制的
  - 在人体内造血干细胞能分化形成血细胞和软骨细胞等多种细胞
- 溶液渗透压是指溶液中溶质微粒对水的吸引力。血浆的渗透压主要包括离子形成的晶体渗透压和蛋白质形成的胶体渗透压。下列叙述正确的是
  - 营养不良引起的组织水肿主要与血浆胶体渗透压升高有关
  - 人体的体液有  $\frac{2}{3}$  位于细胞内,所以细胞内的渗透压较大
  - 内环境的渗透压维持稳态是人体内环境维持稳态的前提之一
  - 浆细胞释放的抗体进入血浆后参与维持血浆的晶体渗透压
- 从赤霉菌培养液中分离出的赤霉素可使大麦种子无须发芽就能产生较多的  $\alpha$ -淀粉酶。某兴趣小组为了探究赤霉素(GA)和脱落酸(ABA)对大麦种子中  $\alpha$ -淀粉酶合成量的影响,进行了相关实验,所得实验结果如表所示。下列叙述错误的是

	对照组	实验组		
		加 GA	加 ABA	加 GA 和 ABA
$\alpha$ -淀粉酶合成量	++	+++	-	+

注:表中“+”表示有  $\alpha$ -淀粉酶,“-”表示无  $\alpha$ -淀粉酶;“+”的数量表示  $\alpha$ -淀粉酶量的多少。

- A. 可用一定量的淀粉溶液和碘液来检测大麦种子是否合成了  $\alpha$ -淀粉酶  
 B. 赤霉菌分泌的赤霉素可参与调节植物体的生命活动,但不属于植物激素  
 C. 实验结果表明,ABA 和 GA 在大麦种子合成  $\alpha$ -淀粉酶方面相互拮抗  
 D. 大麦种子发育初期 ABA 含量多于发育晚期 ABA 含量,GA 则相反
5. 微小核糖核酸(microRNA)是一类长约 22 个核苷酸的非编码 RNA,广泛存在于各种生物中。microRNA 通过与靶基因的 mRNA 结合阻断蛋白编码基因的表达,且 microRNA 与结直肠癌等肠道疾病关系密切。下列叙述正确的是
- A. microRNA 能与 mRNA 结合,前者上有反密码子,后者上有密码子  
 B. microRNA 可能会抑制肠道细胞内原癌基因或抑癌基因的表达  
 C. microRNA 可在转录水平上对蛋白编码基因的表达进行调节  
 D. microRNA 和靶基因 mRNA 通过磷酸二酯键结合形成局部双链
6. 某家庭中丈夫正常,妻子和儿子患有某种单基因遗传病,妻子的父亲也患有此种遗传病,后来该夫妇又生育了一个男孩,此男孩也患该遗传病。该夫妇为了生育一个健康的孩子,通过遗传咨询并在医生的建议下,生育了一个健康的女孩(M)。下列叙述或推断错误的是
- A. 控制该遗传病的基因不可能位于线粒体内  
 B. 在自然人群中,女性患该遗传病的概率小于男性  
 C. M 的该遗传病的致病基因来自其母亲的概率为 1  
 D. 通过基因检测可以诊断胎儿是否患有各种遗传病
7. “民以食为天”。孙宝国院士在两会上也谈到:“科学解释传统食品效用及中医养生理念”。下列有关说法正确的是
- A. 天然的糖类、脂肪、蛋白质都能水解  
 B. 食品中营养物质所含的元素只有 C、H、O、N  
 C. 我国科学家在实验室实现  $\text{CO}_2$  到淀粉的全合成,是无机物制备有机物的过程  
 D. 厨房使用的料酒和醋中的主要有机物都是人类的基本营养物质
8. 北京冬奥会“冰墩墩”“雪容融”成为顶流,它们采用了 ABS 等环保材料制作而成。ABS 是由丙烯腈、1,3-丁二烯和苯乙烯(结构如下图)组成的三元共聚物。下列说法正确的是




丙烯腈

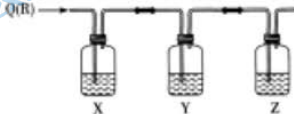


苯乙烯



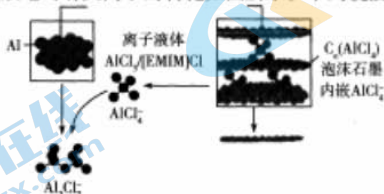
1,3-丁二烯

- A. 三者都属于烃类  
 B. 苯乙烯的一氯取代物有 4 种  
 C. 三者均可发生加成、氧化、加聚反应  
 D. 苯乙烯与  互为同分异构体,二者分子中所有原子均可以共平面
9. 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是
- A. 46 g 甲苯中含有的 C-H 键总数为  $4N_A$   
 B. 标准状况下,11.2 L  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  中含有的原子总数为  $2.5N_A$   
 C. 将 0.1 mol Fe 与 0.2 mol  $\text{Cl}_2$  加热充分反应后转移的电子总数为  $0.3N_A$   
 D. 常温下,在含  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{SO}_3$  和  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaHSO}_3$  的混合溶液中  $\text{SO}_3^{2-}$  与  $\text{HSO}_3^-$  的数目和小于  $N_A$
10. 下列装置及药品可以验证 Q 气体中含有 R 气体的是

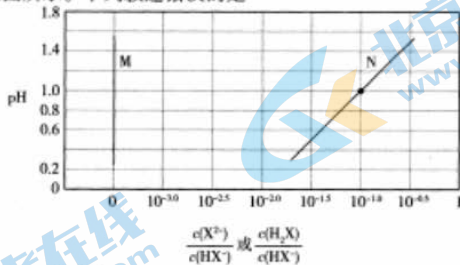


选项	Q(R)	X	Y	Z
A	Cl <sub>2</sub> (HCl)	饱和食盐水	品红溶液	硝酸银溶液
B	SO <sub>2</sub> (CO <sub>2</sub> )	溴水	品红溶液	澄清石灰水
C	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (CO <sub>2</sub> )	酸性高锰酸钾溶液	酸性高锰酸钾溶液	澄清石灰水
D	CO <sub>2</sub> (SO <sub>2</sub> )	碳酸钠溶液	饱和碳酸氢钠溶液	品红溶液

- 11.《自然》杂志记载了一种可快速充电的铝离子电池,该电池的电解质为离子液体[AlCl<sub>4</sub>]/[EMIM]Cl,放电时有关离子的转化如图所示。下列说法正确的是



- A. 放电时,有机阳离子向泡沫石墨电极移动  
 B. 放电时,AlCl<sub>4</sub><sup>-</sup>浓度不变  
 C. 充电时,阳极反应式是  $4Al_2Cl_7^- + 3e^- = Al + 7AlCl_4^-$   
 D. 充电时,电路中通过 1 mol 电子时,阴极增重 27 g
12. 一种广谱、高效、安全的消毒剂由 X、Y、Z、Q、R 五种短周期元素组成,其原子序数依次增大且位于不同主族,其中最外层电子数:X 与 Z 的和为 Y 的 2 倍、Q 与 R 的和为 X 的 2 倍;Z 与 R 位于相邻主族;在短周期主族元素中 Q 的原子半径最大,且与其他元素不在相邻主族。下列说法错误的是
- A. R、Q 的单质与 H<sub>2</sub>O 的反应都属于氧化还原反应  
 B. 简单氢化物的稳定性:X < Y < Z  
 C. YZ<sub>2</sub> 和 YZ<sub>3</sub> 均对环境有污染性  
 D. 由 Y、Z、Q 三种元素组成的化合物的水溶液一定呈中性
13. 常温下,将 NaOH 溶液滴加到某二元酸(H<sub>2</sub>X)溶液中,混合溶液的 pH 与不同微粒浓度的比值的关 系如图所示。下列叙述错误的是



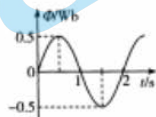
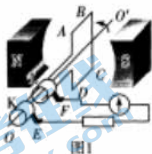
- A. N 曲线表示 pH 与  $\frac{c(X^{2-})}{c(HX^-)}$  的变化关系  
 B. 常温下,  $K_1(H_2X) = 10^{-2}$   
 C. NaHX 溶液中存在的四种微粒满足浓度关系  $c(X^{2-}) - c(H_2X) = c(H^+) - c(OH^-)$   
 D. 常温下, Na<sub>2</sub>X 溶液中由水电离出的  $c(OH^-) > 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

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. 一辆汽车在平直路面上测试刹车,第一次汽车空载,第二次车上装的货物与车自重相等。这两次汽车刹车前瞬间的动量相等,假设刹车后车轮完全停止转动,第一次,第二次汽车从刹车到停下来所用时间分别为  $t_1$ 、 $t_2$ ,则下面说法正确的是

A.  $t_1 = t_2$       B.  $t_1 = \frac{1}{2}t_2$       C.  $t_1 = 2t_2$       D.  $t_1 = 4t_2$

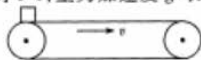
15. 现有如图1所示的某交流发电机,在运行过程中穿过线圈的磁通量随时间的变化规律如图2所示,若线圈匝数为500匝,回路总电阻为  $10\ \Omega$ ,则回路中的电流瞬时值随时间表达式为



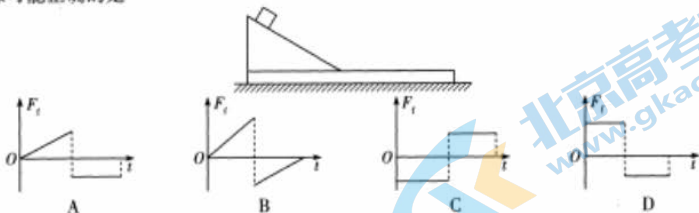
A.  $i = 25\pi \sin \pi t$       B.  $i = 25\sqrt{2} \sin \pi t$   
 C.  $i = 25\pi \cos \pi t$       D.  $i = 25\sqrt{2} \cos \pi t$

16. 匀速运动的水平传送带与小滑块之间的动摩擦因数为0.05,将小滑块无初速度放在传送带上,小滑块先加速运动再匀速运动总位移2 m 过程中用时3 s,重力加速度  $g$  取  $10\ \text{m/s}^2$ ,则传送带速度  $v$  的大小为

A. 0.5 m/s      B. 1 m/s  
 C. 1.5 m/s      D. 2 m/s

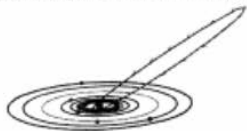


17. 如图所示,长木板放在水平地面上,三角形斜劈放在长木板上。将一个可视为质点的小滑块从斜面上由静止释放,滑块沿斜面匀加速下滑到木板上再减速停到木板上(滑块在斜面底端转弯过程速度大小变化可忽略不计)。整个运动过程中,三角形斜劈和长木板都静止不动,地面对长木板的静摩擦力为  $F_f$ ,以向右为正方向,则下列  $F_f - t$  图像可能正确的是



18. 哈雷彗星是唯一能用肉眼直接从地球看见的短周期彗星,与地球绕太阳运动的圆轨道不同,哈雷彗星的轨道是一非常扁平的椭圆形轨道。哈雷彗星大约每76年经过近日点一次。已知地球到太阳的距离为1AU(即1个天文单位),据此估算哈雷彗星椭圆轨道中心到近日点的距离为

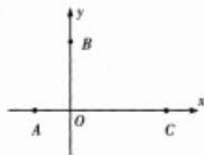
A. 76AU  
 B.  $\sqrt{76}$  AU  
 C.  $\sqrt[3]{76^3}$  AU  
 D.  $\sqrt[3]{76^2}$  AU



19. 核电站核裂变可能的核反应方程为  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{90}_{38}\text{Sr} + {}^{136}_{54}\text{X} + 10{}^1_0\text{n}$ 。从核反应方程看, 核裂变会产生更多的中子, 因此, 检测核电站附近环境中中子的多少, 就成了核电站安全与否的重要指标。关于核裂变, 下列说法正确的是

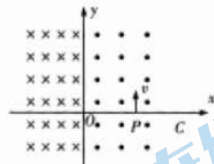
- A.  ${}^{90}_{38}\text{Sr}$  的质量数  $m = 90$   
 B.  ${}^{136}_{54}\text{X}$  的电荷数  $n = 54$   
 C.  ${}^{235}_{92}\text{U}$  的比结合能大于  ${}^{136}_{54}\text{X}$  的比结合能  
 D. 核反应前后反应物和生成物总质量守恒

20. 在如图所示竖直面内的直角坐标系中,  $x$  轴在水平方向,  $y$  轴在竖直方向, 匀强电场的电场线与  $x$  轴平行, 有一个带电小球从  $x$  轴上的  $A$  点沿  $+y$  方向以  $E_{k0}$  的初动能被抛出, 小球到达  $y$  轴上的  $B$  点然后又落到  $x$  轴上的  $C$  点。已知  $B$  点是小球运动轨迹上距离  $x$  轴最远的一点, 小球经过  $B$  点时的动能为  $\frac{3}{4}E_{k0}$ , 下列说法



- 正确的是  
 A. 小球从  $B$  到  $C$  的运动轨迹是一条抛物线  
 B.  $O, C$  之间的距离是  $A, O$  距离的 4 倍  
 C. 小球经过  $C$  点时的动能为  $4E_{k0}$   
 D. 小球从  $A$  到  $C$  全过程中最小动能小于  $\frac{3}{4}E_{k0}$

21. 在  $xOy$  坐标系中匀强磁场方向如图所示, 第一、四象限磁场的磁感应强度为  $B$ , 第二、三象限磁场的磁感应强度为  $2B$ , 一质量为  $m$ , 带电量为  $-q$  的粒子以垂直于  $x$  轴的速度  $v$  从  $x$  轴上横坐标为  $L$  的  $P$  点射入磁场, 带电粒子在运动过程中没有穿过  $x$  轴, 粒子所受重力不计, 则粒子速度  $v$  的值可能为



- A.  $\frac{qBL}{m}$   
 B.  $\frac{qBL}{2m}$   
 C.  $\frac{qBL}{3m}$   
 D.  $\frac{2qBL}{3m}$

三、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。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. (6 分) 在探究弹力和弹簧伸长关系的实验中, 实验装置如图 1 所示。某实验小组将弹簧竖直悬挂起来, 让刻度尺零刻度与弹簧上端平齐, 弹簧下端挂上砝码盘, 通过增减砝码改变弹簧受到的拉力  $F$  (砝码盘自重忽略不计), 并记录下不同的拉力  $F$  对应的弹簧长度  $x$ , 然后作出图 2 所示的  $F-x$  关系图像。

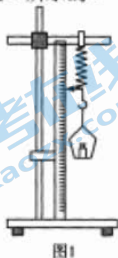


图 1

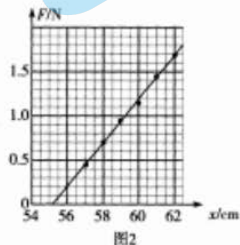


图 2

(1) 根据得到的  $F-x$  关系图像, 弹簧劲度系数的测量值为 \_\_\_\_\_ N/m (保留 3 位有效数字);

(2) 弹簧的原长为 \_\_\_\_\_ cm (保留 3 位有效数字);

(3) 实验过程中弹簧、砝码盘自重忽略不计, \_\_\_\_\_ (填“会”或“不会”) 导致弹簧劲度系数的测量结果存在误差。

23. (9 分) 在测量金属丝电阻率的实验中, 准备的器材如下:

被测金属丝  $R_x$ ; 有效长度  $L=0.314$  m, 阻值约 4  $\Omega$ ;

电压表: 量程 0-3 V, 内阻约 1 k $\Omega$ ;

电流表: 量程 0-0.6 A, 内阻约 0.1  $\Omega$ ;

电源: 电动势 3 V;

滑动变阻器, 螺旋测微器, 毫米刻度尺, 开关 S, 导线等。

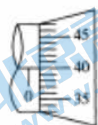


图1

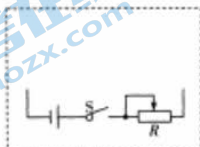


图2

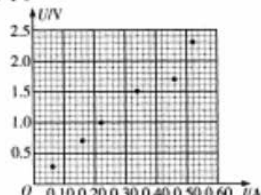


图3

(1) 用螺旋测微器测量金属丝的直径, 示数如图 1 所示, 读数为  $d =$  \_\_\_\_\_ mm;

(2) 根据所给的实验器材, 请在图 2 虚线框内画出完整的电路原理图;

(3) 根据测量数据画出如图 3 所示的  $U-I$  图像, 则被测金属丝的电阻  $R =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$  (保留 2 位有效数字);

(4) 根据测量数据, 被测金属丝的电阻率为  $\rho =$  \_\_\_\_\_  $\Omega \cdot \text{m}$  (保留 2 位有效数字)。

24. (12 分) 如图所示, 在光滑水平面上放置一个光滑斜面, 把一个可看成质点的光滑滑块放在斜面上, 让滑块由静止滑下, 滑块离开斜面后继续沿着水平面向右运动, 与前方挡板发生弹性碰撞, 碰后滑块原速返回, 然后再滑上斜面。已知滑块在斜面上的最初释放点与地面的距离为  $H$ , 斜面质量为滑块质量的 3 倍, 重力加速度大小为  $g$ , 滑块从斜面到水平面的速度大小变化忽略不计, 求:

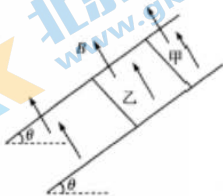
(1) 滑块离开斜面时滑块和斜面的速度大小;

(2) 第一次与挡板碰后返回斜面的高度。



25. (20 分) 如图所示, 两根足够长、电阻不计、间距为  $L$  的平行金属导轨, 其所在平面与水平面夹角为  $\theta$ , 导轨平面内存在磁感应强度大小为  $B$ , 方向垂直于导轨平面向上的匀强磁场。金属杆甲、乙阻值相同均为  $R$ , 质量均为  $m$ 。初始时甲、乙两杆之间的距离等于  $L$ , 甲跟导轨之间存在静摩擦力, 金属杆乙跟导轨之间的摩擦力忽略不计, 两杆始终与导轨垂直且接触良好。乙由静止释放后, 甲保持静止不动, 重力加速度为  $g$ 。求:

- (1) 乙杆沿导轨下滑的最大速度以及此时导轨对甲的静摩擦力大小；  
 (2) 从乙杆释放到达到最大速度的过程中，已知乙杆产生的热量为  $Q$ ，通过回路的电量是多少；  
 (3) 从乙杆释放开始计时，磁感应强度  $B$  怎样随时间  $t$  变化，才能使得导轨对甲的静摩擦力斜向上且等于  $mg \sin \theta$ 。



26. (13分) 苯胺是重要的化工原料，主要用于医药和橡胶硫化促进剂等。苯胺是无色油状液体，熔点为  $-6.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，沸点为  $184\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，加热至  $370\text{ }^{\circ}\text{C}$  分解，微溶于水，易溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。实验室制备苯胺的反应原理为  $2\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 3\text{Sn} + 14\text{HCl} \longrightarrow (\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)_2\text{SnCl}_6 + 2\text{SnCl}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$  ( $\Delta H < 0$ )； $(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)_2\text{SnCl}_6 + 8\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{Na}_2\text{SnO}_3 + 5\text{H}_2\text{O} + 6\text{NaCl}$ 。  
 实验过程如下(图中加热、夹持装置略)：

- I. 在搅拌下，将图1仪器C中的20 mL 浓盐酸分数次加入仪器A中，滴加结束后，在  $98\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右加热30 min，使反应趋于完全，然后使反应物冷却至室温，在搅拌条件下再慢慢加入50% NaOH 溶液使反应液呈碱性。

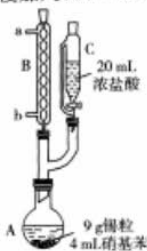


图1

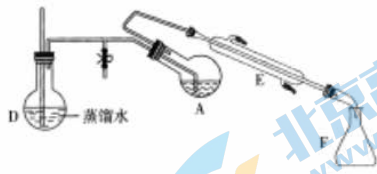


图2

- II. 拆下图1中的仪器A，组装在图2装置中，进行水蒸气蒸馏直到蒸出澄清液为止。  
 III. 将馏出液进行分液，分离出粗苯胺，向分液后的水层加入氯化钠3~5 g 使其饱和后，用20 mL 乙醚分两次萃取，合并粗苯胺和乙醚萃取液，向其中加入粒状氢氧化钠，过滤。  
 IV. 将III中的滤液小心倾入干燥的50 mL 蒸馏烧瓶中，先蒸去乙醚，然后改用空气冷凝管，加热，收集  $180\text{--}185\text{ }^{\circ}\text{C}$  的馏分。

回答下列问题：

- (1) 仪器A的名称是\_\_\_\_\_。仪器B中的冷水进口为\_\_\_\_\_ (填“a”或“b”)。步骤I中，在搅拌下将仪器C中的20 mL 浓盐酸分数次加入仪器A中的目的是\_\_\_\_\_。  
 (2) 图1中，仪器C中侧管的作用是\_\_\_\_\_。

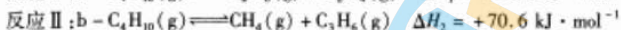
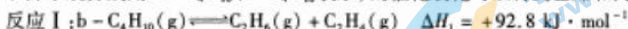
步骤Ⅱ中,用图2装置蒸馏时,采用直形冷凝管,而非球形冷凝管的原因是\_\_\_\_\_。

(3)步骤Ⅲ中,萃取分液时在实验室用到的玻璃仪器有\_\_\_\_\_。

加入粒状氢氧化钠的作用是\_\_\_\_\_。

(4)步骤Ⅳ中,将直形冷凝管改为空气冷凝管的原因是\_\_\_\_\_。

27. (15分)以乙烯和丙烯为代表的低碳烯烃是重要的有机化工原料。通过丁烷(正丁烷和异丁烷分别用  $b-C_4H_{10}$ 、 $i-C_4H_{10}$  表示)的催化裂化可以得到乙烯和丙烯。

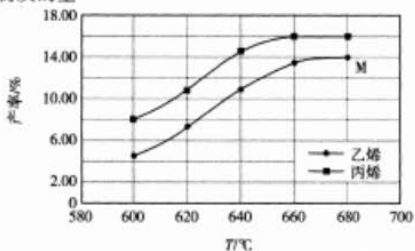


已知两种丁烷的燃烧热( $\Delta H$ )如下:

	正丁烷	异丁烷
$\Delta H/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-2 878	-2 869

(1)  $\Delta H_3 =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)工业上,在不同温度下,相同时间内正丁烷转化成乙烯和丙烯的产率(如乙烯的产率 =  $\frac{\text{乙烯的物质的量}}{\text{正丁烷的总物质的量}} \times 100\%$ )如图所示。

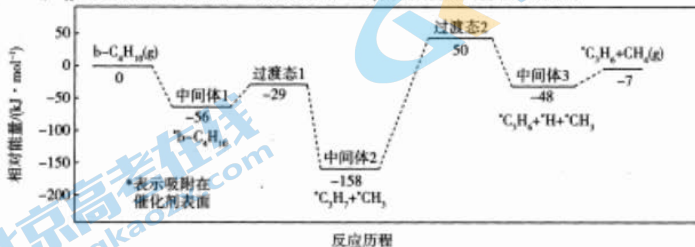


①相同温度和催化剂下,正丁烷转化成乙烯的产率比丙烯的产率低的原因可能是\_\_\_\_\_。

②M点反应达到平衡,若反应器中的平衡压强是130 kPa,则反应Ⅰ的平衡常数

$K_p =$  \_\_\_\_\_  $\text{kPa}$ 。

(3)  $b-C_4H_{10}$  在某催化剂条件下可分解放出  $CH_4$ , 其反应历程如图所示:

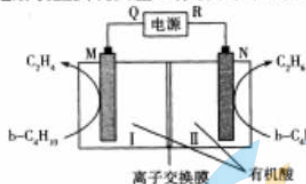


①决定该反应历程速率的反应方程式是\_\_\_\_\_。

②正丁烷转化为中间体1的能量降低的可能原因是\_\_\_\_\_。



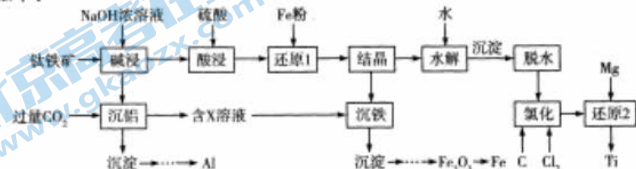
(4)某科研小组设想通过电解装置实现反应 I,其设计原理如图所示:



①Q 为电源的 \_\_\_\_\_ 极;通过离子交换膜的离子是 \_\_\_\_\_ (填离子符号),装置工作时该离子的移动方向是 \_\_\_\_\_ (填“Ⅰ→Ⅱ”或“Ⅱ→Ⅰ”)。

②N 极的电极反应式是 \_\_\_\_\_。

28. (15 分)我国航空技术迅猛发展,钛、铝和高强度铁合金是太空舱的重要金属材料。以钛铁矿(主要成分为  $\text{FeTiO}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$  等)为原料制备金属 Ti、Al 和 Fe 的工艺流程如下:



已知:①钛、镁在高温下与空气中的  $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$  等反应。

②钛在酸性溶液中的存在形式为  $\text{TiO}^{2+}$ 。

③常温下,有关氢氧化物沉淀的 pH 如下:

氢氧化物	$\text{TiO}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Al}(\text{OH})_3$
开始沉淀的 pH	0.5	1.5	7.6	4.0
完全沉淀的 pH	2.0	3.7	9.7	5.2

回答下列问题:

(1)X 的化学式是 \_\_\_\_\_。

(2)“酸浸”过程中钛溶解的离子方程式是 \_\_\_\_\_。  
“沉铁”过程中得到的沉淀是  $\text{FeCO}_3$ ,该步反应的离子方程式是 \_\_\_\_\_。

(3)“氯化”是高温下, $\text{Cl}_2$  和 C 与  $\text{TiO}_2$  发生反应,该反应中  $\text{Cl}_2$  和 C 等物质的量参加反应,则该反应中 \_\_\_\_\_ 作还原剂(填化学式,下同), \_\_\_\_\_ 作氧化剂。

(4)流程中可以循环利用的物质除 X 外,还有 \_\_\_\_\_ (填化学式),其中一种物质可以用于高炉炼铁,炼铁反应的化学方程式是 \_\_\_\_\_。

(5)流程中分离三价铁离子和钛的离子时不采用调节溶液 pH 使离子沉淀的方法的原因是 \_\_\_\_\_;常温下,假设沉淀完全时  $\text{TiO}^{2+}$  的浓度为  $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则  $\text{TiO}(\text{OH})_2$  的  $K_{sp} =$  \_\_\_\_\_。

29. (11 分)我国科学家经过不懈努力,在全球首次通过人工技术利用  $\text{CO}_2$  合成淀粉,为解决全球气候问题和粮食短缺等问题提供了一个新思路。请回答下列问题:

(1)粮食作物的叶肉细胞都以 \_\_\_\_\_ 方式吸收  $\text{CO}_2$ ;在自然界中,能将  $\text{CO}_2$  转化成糖类有机物的场所不全是叶绿体,原因是 \_\_\_\_\_。

- (2) 在光照强度和温度等条件均适宜的情况下,绿色植物固定  $1 \text{ mol CO}_2$ , 体内积累的有机物量会低于人工合成过程中消耗  $1 \text{ mol CO}_2$  生成有机物的量, 原因是\_\_\_\_\_。
- (3) 给绿色植物提供  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  和  $\text{CO}_2$ , 一段时间后可检测到含  $^{18}\text{O}$  的淀粉, 请写出  $^{18}\text{O}$  元素转移的路径: \_\_\_\_\_。
- (4) 引起全球气候变暖的气体主要是  $\text{CO}_2$ , 生物界通过 \_\_\_\_\_ (答出3点) 等生理过程与无机环境进行  $\text{CO}_2$  的交换。全球性生态环境问题, 除了全球气候变化外, 还有 \_\_\_\_\_ (至少答出3点)。
30. (9分) 多囊卵巢综合征是育龄期女性常见的内分泌疾病, 该疾病常出现组织细胞对胰岛素不敏感和雄性激素分泌过多等现象。请回答下列问题:
- (1) 通过上肢静脉抽血, 然后检测血液中雄性激素的含量, 检测结果可作为多囊卵巢综合征的诊断指标之一, 其原因是 \_\_\_\_\_。
- (2) 胰岛B细胞分泌的胰岛素可与靶细胞膜上的相应受体结合, 将信息传递给靶细胞, 这体现了细胞膜具有 \_\_\_\_\_ 功能。多囊卵巢综合征患者可能患有高血糖症状, 理由是 \_\_\_\_\_。
- (3) 资料显示, 多囊卵巢综合征患者雄性激素分泌过多与胰岛素促进垂体和卵巢的相关分泌活动有关。请利用生理状态相同的雌性育龄健康小鼠若干只、生理盐水、胰岛素、注射器等材料器具设计一个实验, 验证过多的胰岛素会通过促进垂体和卵巢的相关分泌活动, 致使雄性激素分泌量高于正常值。简要写出实验思路: \_\_\_\_\_。
31. (8分) 某草原生态系统中, 猫头鹰参与构成多条食物链, “草→鼠→猫头鹰”“草→鼠→蛇→猫头鹰”和“草→植食性昆虫→肉食性昆虫→青蛙→蛇→猫头鹰”是其中的三条食物链。请回答下列问题:
- (1) 猫头鹰能够依据鼠留下的气味去猎捕, 鼠同样也可以依据猫头鹰的气味或行为特征躲避猎捕, 这说明了信息传递的作用是 \_\_\_\_\_。
- (2) 该生态系统中, 猫头鹰和蛇的种间关系为 \_\_\_\_\_。在“草→植食性昆虫→肉食性昆虫→青蛙→蛇→猫头鹰”食物链中, 猫头鹰处于第 \_\_\_\_\_ 营养级; 与“草→鼠→猫头鹰”相比, 猫头鹰从这条食物链中获得的能量较少, 请给予一个合理的分析: \_\_\_\_\_。
32. (11分) 摩尔根利用果蝇的杂交实验得出了基因连锁互换定律, 由此获得了1933年的诺贝尔生理学或医学奖。基因的连锁互换定律的实质是在进行减数分裂形成配子时, 位于同一条染色体上的不同基因, 常常连在一起进入配子; 在减数分裂形成四分体时, 位于同源染色体上的等位基因有时会随着非姐妹染色单体的交换而发生交换, 因而发生了基因的重组。请回答下列问题:
- (1) 基因的连锁互换定律与 \_\_\_\_\_ 一起称遗传学的三大定律。
- (2) 生物体进行有性生殖形成配子的过程中, 在不发生染色体结构变异的情况下, 产生基因重新组合的途径有两条, 这两条途径发生的具体时期为 \_\_\_\_\_。
- (3) 果蝇的2号染色体上有等位基因  $R/r$ 、 $D/d$ , 这两对等位基因分别控制翻翅与正常翅、星状眼与正常眼。研究发现, 基因  $R$  和  $D$  均存在纯合致死效应。不考虑突变和

交叉互换,基因型为  $RrDd$  的翻翅星状眼雌果蝇杂交,子代的表现型及其比例可能有 3 种情况,分别为\_\_\_\_\_。

- (4) 果蝇的灰身对黑身为显性,由常染色体上的等位基因  $E/e$  控制;红眼对白眼为显性,由  $X$  染色体上的等位基因  $A/a$  控制。现有各种表现型的果蝇可供选择,请设计一个最简易的遗传实验以检测一只灰身红眼雌果蝇的基因型。(注:统计方法要简单化)

①实验思路:\_\_\_\_\_。

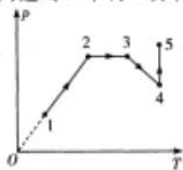
②预期实验结果和结论:\_\_\_\_\_。

- (二) 选考题:共 45 分。请考生从给出的 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,则每学科按所做的第一题计分。

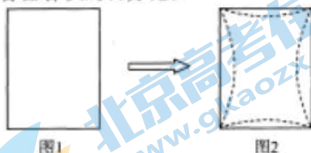
33. [物理——选修 3-3] (15 分)

- (1) (5 分) 一定质量的理想气体经过一系列变化的  $p-T$  如图所示,图像特点是 1、2 和原点  $O$  三点共线,2 和 3 的连线与  $T$  轴平行,4 和 5 的连线与  $p$  轴平行。则下列说法正确的是\_\_\_\_\_。(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. 从状态 1 到状态 2,气体的体积增大  
 B. 从状态 2 到状态 3,气体从外界吸热  
 C. 从状态 3 到状态 4,气体内能不变  
 D. 从状态 4 到状态 5,外界对气体做功  
 E. 气体状态 5 体积比状态 1 的体积要大

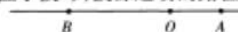


- (2) (10 分) 如图 1 所示,密闭导热容器内存储有一定质量的理想气体,如果把该容器跟抽气机连接,逐渐抽走  $\frac{1}{4}$  质量的气体后停止抽气,由于大气压的作用,容器变瘪,变成了如图 2 所示的样子,此时内部气压只有未抽气时气压的 80%,抽气前后环境温度不变,求变瘪后容器减少的容积占未抽气时容器容积的百分比。



34. [物理——选修 3-4] (15 分)

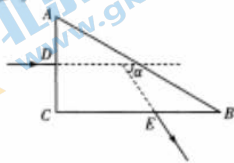
- (1) (5 分) 如图所示,弹性介质中  $O, A, B$  三点位于同一条直线上, $O, A$  之间的距离为 6 cm, $O, B$  之间的距离为 16 cm,简谐波的波源位于  $O$  点,波源的起振方向垂直于直线  $AB$  向上,产生的机械波周期为 2 s,振幅 3 cm,当  $A$  点开始起振时, $O$  点恰好第 1 次到达波谷,这列波的波长为  $\lambda =$  \_\_\_\_\_ m;波的传播速度  $v =$  \_\_\_\_\_ m/s;从波源起振到  $B$  点第 1 次位于波峰,波源运动的路程  $s =$  \_\_\_\_\_ cm。



- (2) (10 分) 如图所示,有一直角玻璃三棱镜  $ABC$ ,已知三个内角  $\angle A, \angle B, \angle C$  分别等于  $60^\circ, 30^\circ, 90^\circ$ ,一束单色光从直角边  $AC$  边上的  $D$  点垂直射入玻璃三棱镜后,经过

一次全反射和一次折射,与最初的入射光线比较,从  $BC$  边上  $E$  点离开棱镜的光线偏转角为  $\alpha = 45^\circ$ 。求:

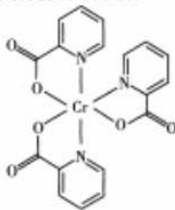
- (i) 玻璃的折射率;  
 (ii) 已知  $AD = DC = L$ , 光在真空中的传播速度为  $c$ , 光在玻璃中经两次反射后从  $AB$  边射出, 此过程光线在玻璃砖中的传播时间是多少。



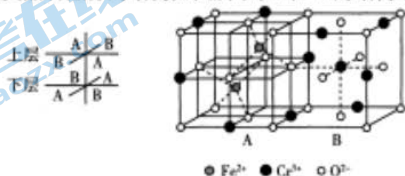
35. [化学——选修3:物质结构与性质] (15分)

金属铬及其化合物在生产、生活和科研中应用广泛。回答下列问题:

- (1) 基态  $Cr$  原子核外轨道上未成对电子的运动状态有 \_\_\_\_\_ 种。  
 (2) 烟酸铬是一种猪饲料添加剂, 其结构如图所示:



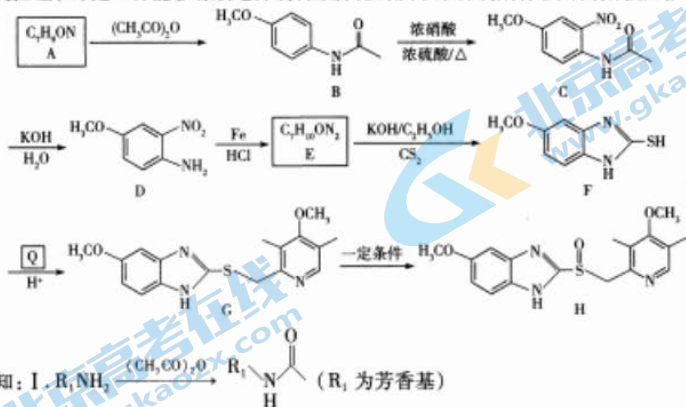
- ① 组成烟酸铬的非金属元素(H 除外)的第一电离能由大到小的顺序为 \_\_\_\_\_ (用元素符号表示); 烟酸铬中碳原子的杂化轨道类型是 \_\_\_\_\_。  
 ② 烟酸铬属于配位化合物, 其配位数是 \_\_\_\_\_。  
 ③ 烟酸( ) 与苯甲酸( ) 结构相似, 二者是否是等电子体? \_\_\_\_\_ (填“是”或“不是”), 其原因是 \_\_\_\_\_。  
 (3) 氧化铬( $Cr_2O_3$ ) 和氧化亚铁的熔点分别是  $2266^\circ C$  和  $1370^\circ C$ , 前者熔点较高的主要原因是 \_\_\_\_\_。  
 (4) 一种含有铁和铬的尖晶石晶体的结构如图所示, A 和 B 的结构单元交替排列:



A 和 B 为正方体, 棱长为  $a$  nm, 用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值, 该尖晶石晶体的化学式为 \_\_\_\_\_, 密度为 \_\_\_\_\_  $g \cdot cm^{-3}$  (用含  $a$ 、 $N_A$  的代数式表示)。

36. [化学——选修5:有机化学基础](15分)

奥美拉唑(H)是一种能够有效地抑制胃酸分泌的质子泵抑制剂,其某种合成路线如下:



回答下列问题:

- (1) A中含有官能团的名称是\_\_\_\_\_。
- (2)合成路线中设计A→B反应的目的是\_\_\_\_\_。  
G→H的反应类型是\_\_\_\_\_。
- (3)写出B→C的化学方程式:\_\_\_\_\_。
- (4)已知F+Q  $\xrightarrow{H^+}$  G+HCl,则Q的结构简式是\_\_\_\_\_。
- (5)H与足量H<sub>2</sub>加成后,1个产物分子中含手性碳原子的个数是\_\_\_\_\_ (手性碳原子是指连有四个不同原子或基团的碳原子)。
- (6)M是B的同分异构体,满足下列条件的M有\_\_\_\_\_种(不考虑立体异构)。
  - ①苯环上有两个侧链;
  - ②1 mol M能消耗2 mol NaOH;
  - ③能发生银镜反应和水解反应。
 其中核磁共振氢谱的峰面积比为3:2:2:2:1:1的M的结构简式是\_\_\_\_\_ (填一种)。

37. [生物——选修1:生物技术实践](15分)

某农田长期使用一种除草剂(含氮有机化合物),致使土壤出现了严重污染。这种除草剂在水中有一定的溶解度,含该除草剂的培养基不透明。某科研人员为了选育出能降解该除草剂的细菌,进行了相关实验,如图1~3是实验的部分过程或实验结果。请回答下列问题:



图1

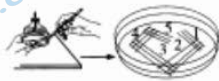


图2



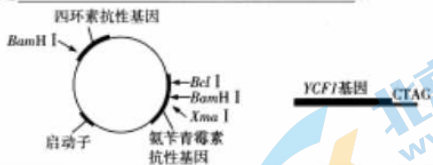
图3

- (1)图1使用液体培养基的主要目的是\_\_\_\_\_。图2过程所用接种环、培养基常用到的灭菌方法分别是\_\_\_\_\_。
- (2)要从长期使用该除草剂的土壤中分离目的菌,从物理性质、营养成分的角度分析,图2过程所用培养基应具备的特点是\_\_\_\_\_。为了进一步纯化可降解该除草剂的细菌,可从图3中挑选\_\_\_\_\_的菌落进行培养,理由是\_\_\_\_\_。
- (3)若要统计该实验所用土壤中微生物的数量,则常用的接种方法是\_\_\_\_\_。利用该方法进行统计,为了保证结果准确,一般选择菌落数在\_\_\_\_\_的平板进行计数;若每个平板接种的稀释样液为0.1 mL,统计结果是每毫升土壤浸出液中有 $1.26 \times 10^6$ 个微生物,则土壤浸出液最可能共稀释了\_\_\_\_\_ (填“ $10^2$ ”“ $10^3$ ”或“ $10^4$ ”)倍,使用该方法统计的菌落数往往比活菌的实际数目\_\_\_\_\_ (填“高”或“低”)。

38. [生物——选修3:现代生物科技专题](15分)

科研人员发现,酵母菌的液泡膜上含有镉转运蛋白(YCF1)。科研人员利用转基因技术将酵母菌的YCF1基因整合到植物的染色体上,以培育出高效富集镉到植物体内的转基因植物。将培育而来的转基因植物种植在镉污染的土地上,对镉污染的土壤进行修复。请回答下列问题:

- (1)可利用\_\_\_\_\_ (答两种)和从基因组文库中获得等方法获取目的基因。构建酵母菌的基因组文库的方法是\_\_\_\_\_。
- (2)培育该转基因植物时,用到的生物技术有转基因技术和\_\_\_\_\_ ,前者的核心步骤是\_\_\_\_\_ ,后者的技术利用了\_\_\_\_\_ 的原理。培育该转基因植物时,用到的质粒和限制酶切割下来的YCF1基因如图所示。再结合表中信息,切割质粒需用到的限制酶是\_\_\_\_\_ ,理由是\_\_\_\_\_ 。



限制酶	BamH I	Xma I	Bcl I	Sma I
识别序列及切割位点	—C ↓GATTC—	—C ↓CCGGG—	—T ↓GATCA—	—CCC ↓GGG—

- (3)已知YCF1特异性定位于转基因植物细胞的液泡膜上。请从个体水平检测目的基因在转基因植物体内是否正常表达,简要写出实验思路:\_\_\_\_\_。

理科综合 生物答案

第 1~6 小题,每小题 6 分。

1. B      2. B      3. C      4. D      5. B      6. D

29. (除注明外,每空 2 分,共 11 分)

- (1)自由扩散(1分) 部分原核生物能将  $\text{CO}_2$  转化成糖类有机物,但原核生物没有叶绿体
- (2)绿色植物会通过呼吸作用消耗一部分有机物
- (3) $\text{H}_2^{18}\text{O} \rightarrow \text{C}^{18}\text{O}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}^{18}\text{O}_6 \rightarrow$ 淀粉
- (4)光合作用、化能合成作用、呼吸作用 水资源短缺、臭氧层破坏、酸雨、土地荒漠化、海洋污染、生物多样性锐减等(至少答出 3 点)

30. (除注明外,每空 2 分,共 9 分)

- (1)多囊卵巢综合征患者会出现雄性激素分泌过多的现象,且雄性激素分泌后弥散到体液中,随血液流到全身
- (2)进行细胞间的信息交流(1分) 多囊卵巢综合征患者常表现出组织细胞对胰岛素不敏感,致使胰岛素不能很好地发挥降血糖的作用,进而有高血糖症状
- (3)将生理状态相同的雌性有龄健康小鼠若干随机均分成甲、乙两组,检测血液中促性腺激素和雄性激素的含量,然后对甲组小鼠每天注射一定量的生理盐水,乙组小鼠每天注射等量的胰岛素,在相同且适宜的条件下饲养一段时间,再检测两组小鼠的血液中促性腺激素和雄性激素的含量(4分)

31. (每空 2 分,共 8 分)

- (1)调节生物的种间关系,以维持生态系统的稳定
- (2)捕食和竞争 六 能量流动具有单向流动、逐级递减的特点,食物链越长,能量损失就越多,猫头鹰获得的能量就越少

32. (除注明外,每空 1 分,共 11 分)

- (1)基因的分离定律和基因的自由组合定律
- (2)减数第一次分裂的前期和后期
- (3)全部为翻翅星状眼;翻翅星状眼:正常翅正常眼 = 2:1;翻翅正常眼:正常翅星状眼 = 1:1(答出 1 种给 1 分,共 3 分)
- (4)①让这只灰身红眼雌果蝇与黑身白眼雄果蝇(或黑身红眼雄果蝇)杂交,统计子代雄(或雌)果蝇的表现型(或统计子代雄果蝇的表现型)(2分) ②若子代的雌果蝇中只有灰身红眼 1 种表现型,则该灰身红眼雌果蝇的基因型为  $\text{EEX}^{\text{A}}\text{X}^{\text{A}}$ ;若子代的雌果蝇中只有灰身红眼和黑身红眼 2 种表现型,则该灰身红眼雌果蝇的基因型为  $\text{EeX}^{\text{A}}\text{X}^{\text{A}}$ ;若子代的雌果蝇中只有灰身红眼和灰身白眼 2 种表现型,则该灰身红眼雌果蝇的基因型为  $\text{EEX}^{\text{A}}\text{X}^{\text{a}}$ ;若子代的雌果蝇中有灰身红眼、黑身红眼、灰身白眼和黑身白眼 4 种表现型,则该灰身红眼雌果蝇的基因型为  $\text{EeX}^{\text{A}}\text{X}^{\text{a}}$ (4分)

37. (除注明外,每空 2 分,共 15 分)

- (1)增加目的菌的数量,以确保能够从样品中分离出目的菌 灼烧灭菌、高压蒸汽灭菌

(2)以该除草剂为唯一氮源的固体培养基 有透明圈 含该除草剂的培养基不透明,该培养基中的除草剂被降解时,菌落周围才会出现透明圈

(3)稀释涂布平板法(1分) 30~300(1分)  $10^3$  低(1分)

38. (除注明外,每空2分,共15分)

(1)PCR技术,用化学方法人工合成 将酵母菌的全部DNA提取、切割后与载体连接,导入受体菌的群体中储存

(2)植物组织培养技术 构建基因表达载体 植物细胞的全能性(1分) *Bcl*I 和 *Sma*I *Bcl*I 切割质粒形成的黏性末端是—CTAG,*Sma*I能切割*Xma*I识别的核苷酸序列并形成平末端

(3)将大小、生理状态基本相同的转基因植物和同种普通植物种植在镉污染的土壤中,一段时间后检测两种植物体内镉的含量





理科综合 化学答案

第 7~13 小题,每小题 6 分。

7. C      8. C      9. D      10. B      11. A      12. D      13. C

26. (1) 圆底烧瓶(1 分) b(1 分) 反应放热,防止温度升高太快使反应过于激烈,造成液体沸腾(合理即可,2 分)

(2) 平衡装置内气压,便于液体顺利滴下(合理即可,2 分) 若采用球形冷凝管,蒸馏的液体会残留一些在冷凝管的球体中(合理即可,2 分)

(3) 分液漏斗,烧杯(2 分) 干燥混合液(合理即可,1 分)

(4) 收集的是 180~185 °C 的馏分,蒸气温度高,用冷水冷凝会造成直形冷凝管损坏(合理即可,2 分)

27. (1) +79.6(2 分)

(2) ① 催化剂对反应 II 的催化效果比反应 I 好(合理即可,2 分)

② 2.8(2 分)

(3) ①  $\text{C}_3\text{H}_7 \cdot \longrightarrow \cdot\text{C}_3\text{H}_6 + \cdot\text{H}$  或  $\text{C}_3\text{H}_7 \cdot \longrightarrow \cdot\text{CH}_3 + \cdot\text{C}_2\text{H}_5$  (2 分)

② 正丁烷吸附在催化剂表面形成中间体 I,与催化剂形成化学键的过程放出能量(合理即可,2 分)

(4) ① 正(1 分)  $\text{H}^+$ (1 分)  $\text{I} \rightarrow \text{II}$ (1 分)

②  $\text{b} - \text{C}_4\text{H}_9 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{C}_2\text{H}_5$ (2 分)

28. (1)  $\text{NaHCO}_3$ (1 分)

(2)  $\text{FeTiO}_3 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{TiO}^{2+} + \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分)  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2 分)

(3) C(1 分)  $\text{Cl}_2$ (1 分)

(4) CO 和  $\text{CO}_2$ (2 分)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (2 分)

(5)  $\text{TiO}^{2+}$  完全沉淀的 pH 在  $\text{Fe}^{3+}$  开始沉淀和完全沉淀的 pH 范围内,不易分离(合理即可,2 分)  $1.0 \times 10^{-9}$ (2 分)

35. (1) 6(2 分)

(2) ①  $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ (2 分)  $\text{sp}^2$ (1 分)

② 6(1 分)

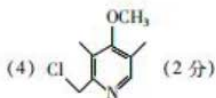
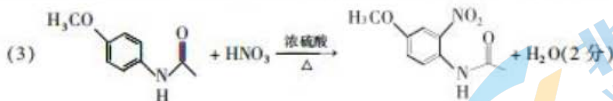
③ 不是(1 分) 烟酸的分子式是  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$ ,苯甲酸的分子式是  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ ,二者价电子数相同,但原子个数不同(合理即可,2 分)

(3) 二者都是离子晶体,  $\text{Cr}^{3+}$  比  $\text{Fe}^{2+}$  带的电荷多,氧化铬中的离子键比氧化亚铁中的强(合理即可,2 分)

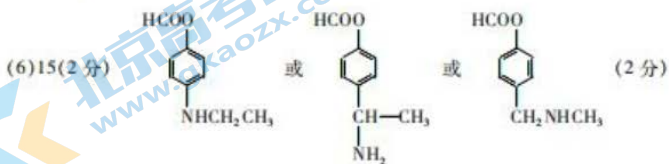
(4)  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ (2 分)  $\frac{224 \times 10^{21}}{a^3 \cdot N_A}$ (2 分)

36. (1) 酰胺键、氨基(2分)

(2) 保护氨基,防止苯环硝化时氨基被氧化(合理即可,2分) 氧化反应(1分)



(5) 8(2分)



理科综合 物理答案

本题共 8 小题,每小题 6 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. C    15. C    16. B    17. D    18. D    19. AB    20. ACD    21. AD

22. (1) 25.0 (24.3~25.5, 2 分)    (2) 55.2 (55.1~55.3, 2 分)    (3) 不会 (2 分)

23. (1) 0.400 (2 分)

(2) 如图 1 所示 (2 分)

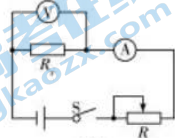


图 1

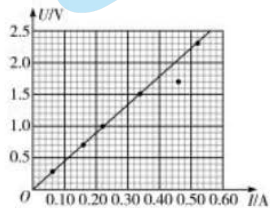


图 2

(3) 如图 2 所示 (1 分)    4.4 (4.2~4.6, 2 分)

(4)  $1.8 \times 10^{-6}$  ( $1.7 \times 10^{-6} \sim 1.9 \times 10^{-6}$ , 2 分)

24. (1) 设滑块滑到斜面底端时速率为  $v_1$ , 斜面速率为  $v_2$ , 滑块和斜面组成的系统水平方向动量守恒, 取水平向左为正方向

$$\text{则有 } 3mv_2 - mv_1 = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由系统机械能守恒可得 } mgH = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_2^2 \quad (2 \text{ 分})$$

联立可得

$$v_1 = \frac{\sqrt{6gH}}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{gH}{6}} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 当滑块在斜面上达到最大高度时二者速率相同, 设为  $v_3$

$$\text{系统水平方向动量守恒有 } 3mv_2 + mv_1 = (3m + m)v_3 \quad (2 \text{ 分})$$

滑块和斜面组成的系统机械能守恒, 可得

$$mgh = \frac{1}{2} \times 3mv_3^2 + \frac{1}{2}mv_3^2 - \frac{1}{2} \times (3m + m)v_3^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立可得 } h = \frac{1}{4}H \quad (2 \text{ 分})$$

25. (1) 乙杆切割磁感线, 设其最大速度为  $v_m$

$$\text{产生的感应电流 } I_m = \frac{BLv_m}{2R} \quad (1 \text{分})$$

— 1 —

$$\text{乙杆受到的安培力 } F_m = BI_m L = \frac{B^2 L^2 v_m}{2R} \quad (1 \text{分})$$

对于乙, 当安培力与其重力沿斜面的分力相等时, 达到最大速度

$$mg \sin \theta = \frac{B^2 L^2 v_m}{2R} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } v_m = \frac{2mgR \sin \theta}{B^2 L^2} \quad (1 \text{分})$$

乙杆速度  $v = v_m$  时, 回路中感应电流为

$$I = \frac{BLv_m}{2R} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{此时甲受到的安培力 } F_{\text{安}} = BIL = \frac{B^2 L^2 v_m}{2R} = mg \sin \theta \quad (1 \text{分})$$

甲保持静止, 由平衡条件可知甲受到的静摩擦力

$$f = mg \sin \theta + F_{\text{安}} = 2mg \sin \theta \quad (2 \text{分})$$

(2) 设乙杆达到最大速度下滑的距离为  $s$ , 乙杆产生的热量为  $Q$

$$\text{乙杆克服安培力做的功 } W = 2Q \quad (1 \text{分})$$

$$\text{对乙杆, 由动能定理 } mgs \sin \theta - W = \frac{1}{2} m v_m^2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{得 } s = \frac{m v_m^2 + 4Q}{2mg \sin \theta} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{通过回路的电量: } q = \bar{I} t = \frac{\Delta \Phi}{2Rt} \times t = \frac{BLs}{2R} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{得 } q = \frac{BL(m v_m^2 + 4Q)}{4mgR \sin \theta} = \frac{m^2 g R \sin \theta}{B^2 L^3} + \frac{BLQ}{mgR \sin \theta} \quad (2 \text{分})$$

(3) 导轨对甲的静摩擦力等于  $mg \sin \theta$  时, 甲不受安培力, 即此时回路电流为零

因此乙杆沿斜面做匀加速下滑加速度  $a = g \sin \theta$  (1分)

$$\text{乙杆经过时间 } t \text{ 下滑距离为 } x = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} g t^2 \sin \theta \quad (1 \text{分})$$

$$\text{初始状态回路的磁通量 } \Phi_0 = BL^2 \quad (1 \text{分})$$

$t$ 时刻回路的磁通量  $\Phi_t = B_t L(L+x)$  (1分)

回路中无感应电流产生,即回路中磁通量没有变化  $\Phi_0 = \Phi_t$  (1分)

解得  $B_t = \frac{2BL}{2L + gt^2 \sin \theta}$  (1分)

33. (1) BDE(5分)

(2) 设抽气前气体体积为  $V_0$ , 抽气后为  $V_1$ , 则有

$$\frac{3}{4} p V_0 = 0.8 p V_1 \quad (4分)$$

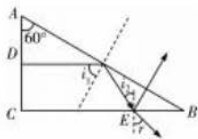
化简得:  $\frac{V_0 - V_1}{V_0} = \frac{6.25}{100}$  (4分)

即瘪后容器减少的容积占未抽气时容器容积的 6.25% (2分)

34. (1) 0.08(2分) 0.04(1分) 27(2分)

(2) (i) 光路图如图所示

— 2 —



由几何知识, 在  $E$  点发生折射时的折射角  $r = 45^\circ$  (1分)

在  $AB$  边发生全反射时的入射角  $i_1 = 60^\circ$  (1分)

在  $E$  点发生折射时的入射角  $i_2 = 90^\circ - i_1 = 30^\circ$  (1分)

由折射定律有:  $n = \frac{\sin r}{\sin i_2}$  (1分)

因此玻璃的折射率  $n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$  (1分)

(ii) 光在三棱镜中的传播速度  $v = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{2}}$  (1分)

从  $BC$  边射出的光线所用的时间:

$$t_1 = \frac{\sqrt{3}L}{v} + \frac{L}{v \cos 30^\circ} = \frac{5\sqrt{6}L}{3c} \quad (2分)$$

在  $BC$  边上反射的光线由几何关系可知将垂直  $AB$  边射出

故从  $AB$  边射出的光线所用的时间:

$$t_2 = t_1 + \frac{L}{v \cos 30^\circ} \cdot \sin 30^\circ = t_1 + \frac{\sqrt{3}L}{3v} = \frac{2\sqrt{6}L}{3c} \quad (2分)$$

## 关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考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 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承 “精益求精、专业严谨” 的建设理念，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新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供 “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，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯

官方微信公众号: bjgkzx

官方网站: [www.gaokzx.com](http://www.gaokzx.com)

咨询热线: 010-5751 5980

微信客服: gaokzx2018

关注北京高考在线官方微信: [北京高考资讯\(微信号:bjgkzx\)](https://www.gkzxx.com), 获取更多试题资料及排名分析信息。