



### 理科综合

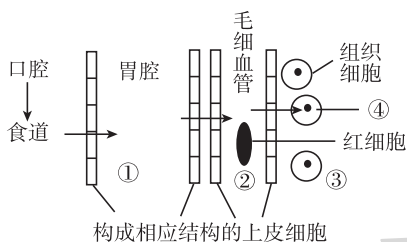
(本试卷满分 300 分,建议用时:150 分钟)

可能用到的相对原子质量:O—16 F—19 Na—23 Mg—24 Al—27 S—32 K—39 Ni—59 Ba—137

#### 第 I 卷(选择题 共 126 分)

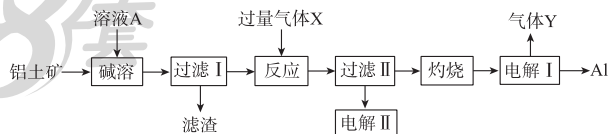
一、选择题(本题共 13 小题,每小题 6 分,共 78 分。每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的)

- 下列关于细胞结构与成分的叙述,错误的是 ( )
  - 内质网膜与核膜、细胞膜成分相似且可直接相连
  - 叶绿体、线粒体、核糖体、细胞核内均含有核酸
  - 磷脂是细胞膜、核膜和各种细胞器的重要成分
  - 细胞膜上一般既有载体蛋白又有受体蛋白
- 哺乳动物的红细胞在成熟过程中,细胞体积会逐渐变小,核逐渐退化消失。下列关于哺乳动物成熟红细胞的叙述,正确的是 ( )
  - 能合成与生命活动有关的酶
  - 吸收葡萄糖所需的 ATP 来自于细胞质
  - 细胞体积小则有利于提高气体运输的效率
  - 进行无丝分裂过程中没有出现纺锤丝和染色体的变化
- 正常人大量饮用清水会使胃腔内的渗透压下降。如图“→”表示水分的流动方向,序号表示体液,以下说法正确的是 ( )



- 由①②③④构成的细胞外液又称为内环境
  - 清水使胃液渗透压降低导致毛细血管吸水
  - ③处溶液渗透压降低可能会导致②处水肿
  - 细胞外液是机体进行细胞代谢的主要场所
- 火灾过后,森林会发生不同程度的改变以维持生态系统的稳定性。下列现象不可能发生的是 ( )
    - 无机环境与生物群落间通过负反馈相互影响
    - 物种丰富度增大可能使新的营养结构更复杂
    - 植物“返青”为食草动物提供可采食的物理信息
    - 生物群落内部的物质循环将会继续往返进行
  - 下列是运用同位素示踪技术研究生物学的过程,对标记物转移情况的叙述错误的是 ( )

- 用<sup>18</sup>O 标记的氧气供小白鼠呼吸后,呼出的 CO<sub>2</sub> 不含<sup>18</sup>O
  - 用<sup>35</sup>S 标记的噬菌体侵染大肠杆菌,子代噬菌体不含<sup>35</sup>S
  - 用<sup>15</sup>N 标记 DNA 分子的两条链,复制一次后两个子代 DNA 分子含<sup>15</sup>N
  - 用<sup>14</sup>C 标记的 IAA 处理枝条的形态学上端,在形态学下端能检测到<sup>14</sup>C
- 小麦的某性状(如产量)是受多对基因控制的。若要通过实验探究该性状的表现与环境的关系。下列有关该性状及实验设计的说法中,正确的是 ( )
    - 自变量是非同源染色体上等位基因的对数
    - 同一实验组在实验时的环境尽量保持不同
    - 不同实验组之间的环境需要有足够的差异
    - 实验可证明基因对数越多该性状越易表现
  - 化学与社会、生活密切相关。下列说法错误的是 ( )
    - 淀粉是天然高分子化合物,可用于制备葡萄糖、乙酸和乙醇
    - CaO<sub>2</sub> 可作长途运输海鲜产品的供氧剂,也可作面粉的增白剂
    - 茶叶存放在冰箱里冷冻区,其目的是减缓有效成分被氧化速率
    - 蔗糖提取过程中,利用活性炭的吸附性除去糖汁中色素
  - 铝及其化合物在生活生产中应用广泛,如图为以铝土矿(主要成分为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,含少量 SiO<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等杂质)为原料制备铝的工艺:

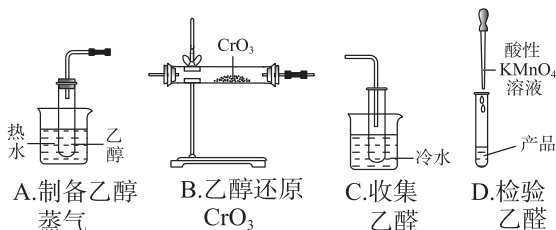


- 已知:SiO<sub>2</sub> 在“碱溶”时转化为铝硅酸钠沉淀。下列说法错误的是 ( )
- 溶液 A、气体 X、气体 Y 可能分别为 NaOH 溶液、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>
  - 滤渣中主要成分为 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、铝硅酸钠沉淀
  - “反应”发生主要反应的离子方程式为 CO<sub>2</sub> + 2AlO<sub>2</sub><sup>-</sup> + 3H<sub>2</sub>O = 2Al(OH)<sub>3</sub>↓ + CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, 溶液

的 pH 将变小

D. 将流程中原料改为废旧铝制易拉罐(含少量 Mg、Fe), 仍可达到工艺目的, 且有利于环境保护、资源再利用

9. 资料显示: 常温下, 乙醇蒸气通过红色的三氧化铬( $\text{CrO}_3$ ) 粉末时, 粉末变成绿色的三氧化二铬( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) 并生成乙醛; 乙醛的沸点为  $20.8^\circ\text{C}$ , 具有强还原性。为了验证“资料”真实性, 下列实验不能达到目的的是 ( )



10. 我国科学家最近设计了一种电动机、内燃机结合的装置推动汽车, 上坡或加速时电动机提供推动力, 降低汽油消耗; 刹车或下坡时, 电池处于充电状态。混合动力车目前一般使用镍氢电池, 其中储氢金属(以 M 表示)为负极, 镍的化合物为正极, 电解质溶液为 KOH 溶液, 总反应式为  $\text{MH}_n + n\text{NiOOH} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} n\text{Ni(OH)}_2 + \text{M}$ 。

甲 电动机 乙			甲 发电机 乙		
$\text{MH}_n$	电解液 $\text{OH}^-$ $\text{H}_2\text{O}$	$\text{NiOOH}$	M	电解液 $\text{H}_2\text{O}$ $\text{OH}^-$	$\text{Ni(OH)}_2$
$\downarrow$	$\downarrow$ $\downarrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\downarrow$ $\downarrow$	$\downarrow$
M	$\text{H}_2\text{O}$ $\text{OH}^-$	$\text{Ni(OH)}_2$	$\text{MH}_n$	$\text{OH}^-$ $\text{H}_2\text{O}$	$\text{NiOOH}$

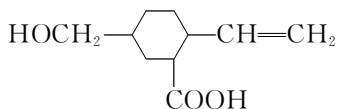
该电池工作时, 下列表述错误的是 ( )

A. 混合动力车比燃油动力车更环保, 可提倡普及  
 B. 上坡时,  $\text{OH}^-$  向甲电极移动  
 C. 将电解质换成 HCl, 电池不能工作  
 D. 下坡时, 甲电极的电极反应为  $\text{M} + n\text{H}_2\text{O} + ne^- \text{---} \text{MH}_n + n\text{OH}^-$

11. 短周期主族元素 W、T、R、M, 含 W 的物质焰色呈黄色, T 和 M 位于同主族, T 原子的最外层电子数等于电子层数的 2 倍,  $5.4\text{ g R}$  单质能与足量的氢氧化钠溶液反应放出  $6.72\text{ L H}_2$  (标准状况)。下列推断一定正确的是 ( )

A. 原子半径:  $\text{W} > \text{R} > \text{M} > \text{T}$   
 B. T 的简单气态氢化物热稳定性比 M 的强  
 C. 最高价氧化物对应的水化物酸性:  $\text{T} > \text{R}$   
 D. T 与氧元素只能组成一种共价化合物

12. 图示为一种有机物的结构简式, 有关它的描述正确的是 ( )



A. 与乙酸互为同系物  
 B. 环上的一氯代物有 6 种

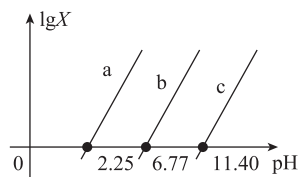
C. 能发生酯化反应与水解反应

D. 分子式为  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_3$

13.  $\text{H}_3\text{RO}_4$  为一种三元弱酸。常温下, 向  $1\text{ L } 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{H}_3\text{RO}_4$  溶液中滴加  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH 溶液, 混合溶液中  $\lg X$  [表示  $\lg \frac{c(\text{H}_2\text{RO}_4^-)}{c(\text{H}_3\text{RO}_4)}$ ,  $\lg \frac{c(\text{HRO}_4^{2-})}{c(\text{H}_2\text{RO}_4^-)}$ ]

或  $\lg \frac{c(\text{RO}_4^{3-})}{c(\text{HRO}_4^{2-})}$ ] 随溶液的 pH 变化如图所示。

下列说法正确的是 ( )



A. 曲线 c 代表  $\lg \frac{c(\text{H}_2\text{RO}_4^-)}{c(\text{H}_3\text{RO}_4)}$  与 pH 的关系

B. 常温下,  $\text{NaH}_2\text{RO}_4$  能促进水的电离

C.  $\text{pH} = 11.4$  时, 溶液中存在:  $c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{RO}_4^-) + 5c(\text{RO}_4^{3-})$

D. 常温下,  $\text{H}_3\text{RO}_4$  的  $K_{a2}$  的数量级为  $10^{-6}$

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 小题只有一个选项正确, 第 19~21 小题有多个选项正确。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错或不选的得 0 分)

14. 下列关于国际单位制的说法中正确的是 ( )

A. 千克(kg)、摩尔(mol)、库仑(C)是基本单位

B. 伏特(V)、安培(A)、牛顿(N)是导出单位

C. 在国际单位制中,  $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$  中  $\Delta\theta$  的单位是基本单位

D. 物理公式确定了各物理量之间的单位关系

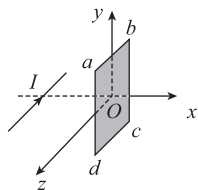
15. 如图所示有一个正方形金属线框, 以正方形线框的中心为坐标原点建立一个空间坐标系, 线框平面与  $yOz$  平面重合, 在位于线框附近的  $xOz$  平面内有一根通电长直导线平行于  $z$  轴方向固定摆放, 下列说法正确的是 ( )

A. 当通电导线电流增大时, 线框中将产生沿  $abcd$  方向的感应电流

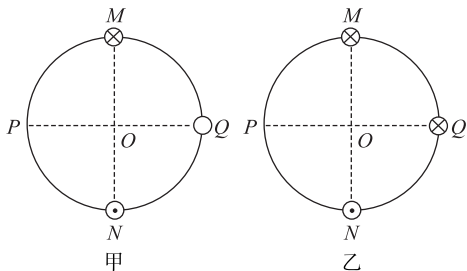
B. 当通电导线电流减小时, 线框中将产生沿  $abcd$  方向的感应电流

C. 保持线框平面朝向不变将线框沿  $x$  轴迅速向右平移时, 线框所受合力向左

D. 保持线框平面朝向不变将线框沿  $y$  轴迅速向上平移一小段距离过程中, 线框中将产生沿  $abcd$  方向的感应电流

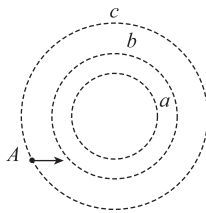


16.  $MN$ 、 $PQ$  分别是圆  $O$  上的竖直和水平直径,  $M$ 、 $N$ 、 $Q$  处分别放有水平的长直导线(与圆  $O$  垂直), 现仅在  $M$ 、 $N$  上通入电流强度均为  $I$  的电流, 方向如图甲所示, 需在水平方向加上磁感应强度为  $B$  的匀强磁场,  $O$  处磁感应强度才可以为 0; 若不加水平磁场, 在  $Q$  处通入电流强度为  $2I$  的电流, 方向如图乙, 则此时在  $O$  处的磁感应强度大小是 ( )



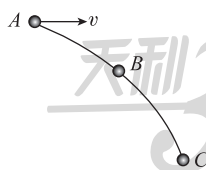
- A. 0      B.  $\sqrt{2}B$       C.  $2B$       D.  $4B$
17. 如图所示的平面内, 三个同心圆虚线  $a$ 、 $b$ 、 $c$  为某静电场的三个等势面, 它们的电势分别为  $5\text{ V}$ 、 $4\text{ V}$ 、 $3\text{ V}$ , 在  $c$  上有一点  $A$ , 一个带电荷量为  $e$  的粒子从  $A$  点以  $2\text{ eV}$  的动能沿图示方向射入电场中, 已知粒子仅受电场力, 粒子经过等势面  $b$  时, 运动轨迹恰好与  $b$  相切, 则下列说法中正确的是 ( )

- A. 该粒子带负电  
B. 调整入射方向, 粒子可能进入圆  $a$  内部  
C. 调整入射方向, 粒子可能做匀速圆周运动  
D. 粒子在运动过程中的动能一定先减小后增大



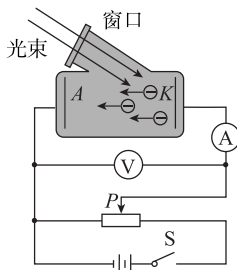
18. 游乐场里, 我们经常会看到“套圈圈”的游戏。如图所示, 将一质量为  $m$  的“圈圈”从  $A$  点以初速度  $v$  水平抛出, 经过  $B$  点, 最后落到地面上的  $C$  点, 已知  $B$ 、 $C$  之间的竖直高度和  $A$ 、 $B$  之间的竖直高度都为  $h$ , 设“圈圈”做平抛运动, 取  $B$  点所在平面为零势能面, 重力加速度取  $g$ , 忽略空气阻力, 则以下关于“圈圈”的说法正确的是 ( )

- A. 在  $A$  点的机械能是  $B$  点机械能的两倍  
B. 在  $C$  点的动能是  $B$  点动能的两倍  
C. 在  $C$  点的机械能为  $\frac{1}{2}mv^2 + mgh$   
D. 从  $A$  点到  $B$  点和从  $B$  点到  $C$  点所经历的时间相等



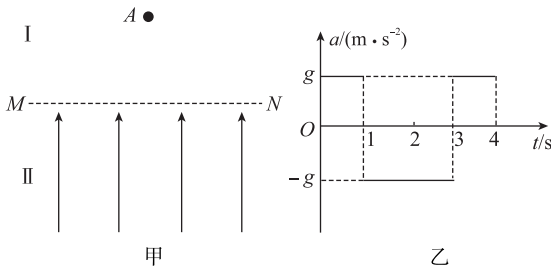
19. 某小组在实验室中进行光电效应的实验探究, 光电管用阴极材料的逸出功为  $W_0$ , 他们按照如图所示的电路连好实验装置后合上开关, 使用频率为  $\nu$  的入射光照射阴极  $K$ , 发现灵敏电流表  $A$  示数为零, 电压表示数为  $U$ , 小组成员纷纷发表自己的观点, 下列观点中正确的是 ( )

- A. 甲同学认为: 电流表示数为零并不能说明入射光频率  $\nu \leq \frac{W_0}{h}$

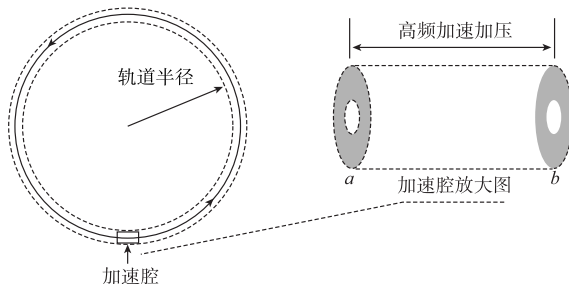


- B. 乙同学认为: 向左移动滑动变阻器的触头  $P$ , 有可能观察到电流表有示数  
C. 丙同学认为: 向右移动滑动变阻器的触头  $P$ , 有可能观察到电流表有示数  
D. 丁同学认为: 保持电路连接状态不变, 逐渐增大入射光的频率, 当电流表恰好有示数时的入射光频率为该材料的截止频率

20. 在地面附近, 存在着一有界电场, 边界  $MN$  将空间分成上下两个区域 I、II, 在区域 II 中有竖直向上的匀强电场, 在区域 I 中离边界某一高度由静止释放一质量为  $10\text{ g}$  的带电小球  $A$ , 如图甲所示, 小球运动的  $a-t$  图象如图乙所示, 不计空气阻力 ( $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ), 则 ( )



- A. 小球的最大速度是  $10\text{ m/s}$   
B. 前  $3\text{ s}$  内, 小球的位移  $5\text{ m}$   
C. 小球受到的电场力是  $0.2\text{ N}$   
D. 第  $2\text{ s}$  内, 小球的机械能减少  $2\text{ J}$
21. 某同步回旋加速器结构简图如图所示, 质子在环形磁场的控制下沿着固定半径的轨道做匀速圆周运动, 不断穿越高频加速腔。已知加速腔的长度远小于圆形轨道半径, 当质子进入加速腔时, 加速电压的大小始终为  $U$ , 质子离开加速腔时, 加速腔的电压为零, 在极短的时间  $\Delta t$  内, 在加速腔  $a$  孔处先后连续释放了  $N$  个质子, 质子射出加速腔时形成了一段质子束。加速腔外无电场、腔内无磁场; 质子电荷量为  $e$ , 不考虑质子的重力、相对论效应以及质子间的相互作用, 则下列说法中正确的是 ( )



- A. 该质子束第一次射出  $b$  孔时的等效电流为  $I = \frac{Ne}{\Delta t}$   
 B. 该质子束第二次射出  $b$  孔时的等效电流变大  
 C. 高频加速电场的频率应保持恒定且与质子回旋频率相同  
 D. 该质子束每次穿过高频加速腔后的长度增加且增量逐渐减小

### 第 II 卷 (非选择题 共 174 分)

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)

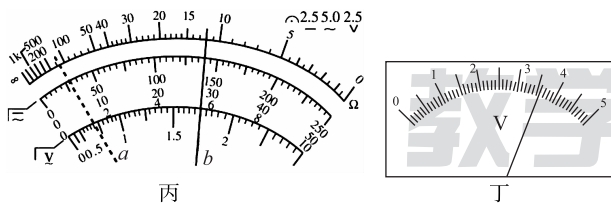
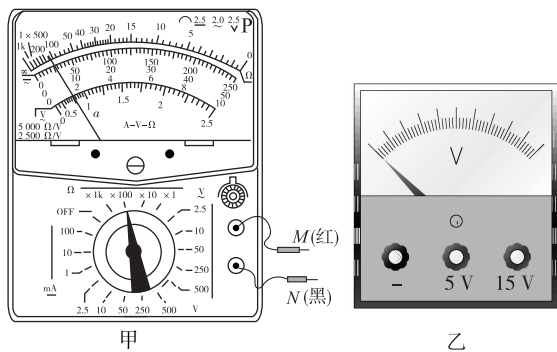
(一) 必考题 (11 题, 共 129 分)

22. (5 分) 某实验小组在实验室进行“练习使用多用电表的实验”

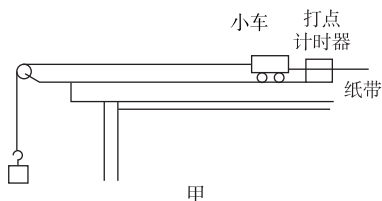
(1) 如图所示, 小王同学尝试用图甲中多用电表的欧姆挡去测图乙电压表“5 V”挡的内阻, 则小王同学应将多用电表的\_\_\_\_\_ (填“M”或“N”) 表笔与电压表的负接线柱相连。

(2) 小王同学将多用电表与电压表连接好后, 多用电表指针的位置如图甲所示, 为了减小读数误差, 则该同学接下来应该怎么具体操作: \_\_\_\_\_。

(3) 小王同学正确完成一系列操作后, 电表指针位置如图丙中的  $b$  和图丁所示, 则电压表“5 V”挡的内阻为\_\_\_\_\_, 此时流过电压表的电流为\_\_\_\_\_ (电流计算结果保留两位有效数字)。

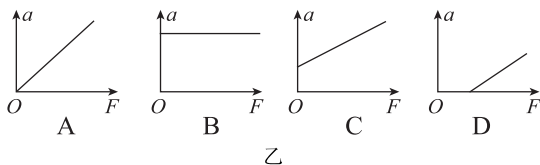


23. (10 分) 某实验小组做“探究加速度与合外力的关系”实验时, 利用如图甲所示的装置。

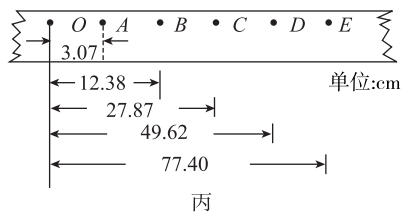


(1) 在实验前必须先平衡摩擦力, 将长木板右端垫高, 直到不挂钩码时小车能匀速运动, 为判断小车是匀速运动, 正确的做法是\_\_\_\_\_。

(2) 某同学平衡摩擦力时是这样操作的: 将小车静止地放在水平长木板上, 把木板不带滑轮的一端慢慢垫高, 直到小车由静止开始沿木板向下滑动为止。然后, 这位同学不断改变对小车的拉力  $F$ , 他得到  $M$  (小车质量) 保持不变情况下的  $a-F$  图线是图乙中的\_\_\_\_\_ (将选项代号的字母填在横线上)。



(3) 某次实验时打点计时器的电源频率是 50 Hz, 纸带的记录如图丙所示, 图中前几个点模糊, 因此从  $O$  点开始每打 5 个点取 1 个计数点, 则小车运动的加速度是\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。(保留一位小数)



24. (12 分) 科学研究发现, 影响地球自转快慢的因素可能十分复杂, 地壳运动, 太阳和月亮的潮汐力作用引起的摩擦, 甚至地表河流、水汽侵蚀, 人类活动都会对地球自转产生影响。某兴趣小组查到了以下相关数据, 地球半径  $R=6\ 378\ \text{km}$ , 地球同步卫星的轨道高度  $h=35\ 786\ \text{km}$ , 以及一些地点的重力加速度  $g$ 。

地点	纬度	重力加速度 $\text{m/s}^2$
赤道	$0^\circ$	9.780
北京	$39^\circ 56'$	9.801
北极	$90^\circ$	9.832

假设许多年以后, 地球质量和半径没有变化, 但地球赤道上的重力加速度变为  $9.7815\ \text{m/s}^2$ 。

(1) 请根据以上数据进行分析, 许多年以后地球自转周期如何变化? 只需列出方程分析变化, 不必具体计算;

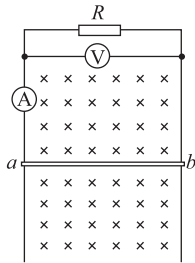
(2) 请根据以上数据, 计算得出许多年以后发射的地球同步卫星的轨道高度, 已知  $\sqrt[3]{\frac{52}{50.5}} \approx 1.01$ 。(计算结果保留三位有效数字)



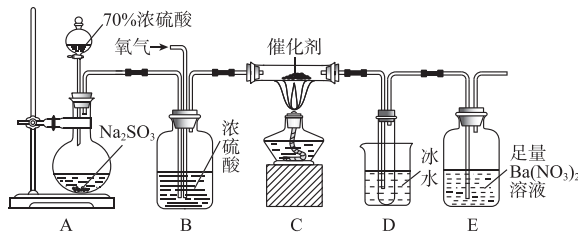
25. (20分) 如图所示,  $R=5\ \Omega$ , 理想电压表量程为  $0\sim 10\ \text{V}$ , 理想电流表的量程为  $0\sim 3\ \text{A}$ , 导体棒  $ab$  的电阻  $r=5\ \Omega$ , 与光滑的平行导轨(电阻不计)接触良好, 导轨所在平面存在垂直于平面向里的匀强磁场。

(1) 现将  $ab$  棒静止释放, 稳定时棒的速度为  $v=1\ \text{m/s}$ , 此时两表中恰好有一表满偏, 而另一表又能安全使用, 求导体棒的质量  $m(g=10\ \text{m/s}^2)$ ;

(2) 在(1)问中棒由静止释放, 达到稳定速度这一过程中,  $R$  上产生的焦耳热为  $Q=3\ \text{J}$ , 求此过程所经历的时间。



26. (14分)  $\text{SO}_2$  集杀菌、抗氧化、防腐多功能于一身, 在葡萄酒和保存干果等行业有着重要的应用。已知  $\text{SO}_3$  熔点为  $16.8^\circ\text{C}$ , 实验室探究其制备方法和性质的装置如图所示。



### I. 实验室制备 $\text{SO}_2$

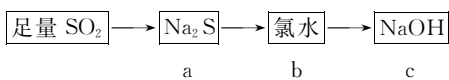
(1) 实验中使用 70% 的浓硫酸, 理由是 \_\_\_\_\_, 加硫酸的仪器名称为 \_\_\_\_\_。

### II. $\text{SO}_2$ 催化氧化为 $\text{SO}_3$

(2) ①按图连接好装置, 点燃 C 处酒精灯前需要进行的操作是 \_\_\_\_\_; 装置 D 中观察到的现象为 \_\_\_\_\_, 装置 E 中产生的白色沉淀名称为 \_\_\_\_\_。

②实验结束后, 假设气体进入装置时分别被完全吸收, 且忽略空气中  $\text{CO}_2$  的影响, 若 D 增加的质量为  $m\ \text{g}$ , E 中沉淀为  $n\ \text{g}$ , 则实验中  $\text{SO}_2$  的转化率为 \_\_\_\_\_ (用含  $m$ 、 $n$  的代数式表示, 不用化简)。

### III. $\text{SO}_2$ 的化学性质



(3) ①取 b 中溶液少许, 滴加试剂 \_\_\_\_\_ (填名称), 以探究  $\text{SO}_2$  具有还原性。

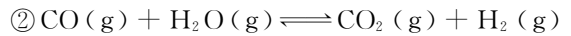
②证明  $\text{SO}_2$  具有氧化性的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

27. (15分) 二甲醚( $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ )是一种清洁能源。工

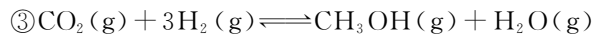
业上, 利用  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  合成二甲醚。有关反应如下( $x$ 、 $y$ 、 $z$  均大于 0):



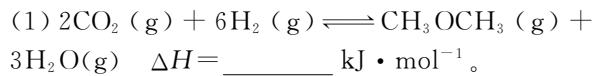
$$\Delta H_1 = -x\ \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_2 = -y\ \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_3 = -z\ \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



(2) 下列有关二甲醚合成的说法正确的是 \_\_\_\_\_ (填字母)。

- a. 增大压强能提高反应速率和  $\text{CO}_2$  的平衡转化率  
b. 体系中  $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{H}_2)}$  减小, 平衡一定向正反应方向移动

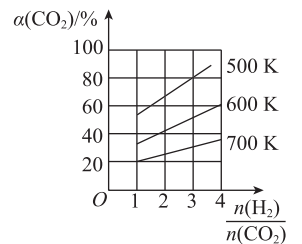
c. 一定温度下, 容器体积一定, 混合气体压强不变一定达到平衡状态

d. 充入适量  $\text{CO}$ , 可能提高  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  的产率

(3) 在一定温度下, 在恒容密闭容器中发生反应:  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ , 速率表达式为  $v = v_{\text{正}} - v_{\text{逆}} = k_{\text{正}} c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O}) - k_{\text{逆}} c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)$  (其中,  $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$  为正、逆速率常数, 只与温度有关)。

达到平衡时, 升高温度,  $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}}$  将 \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”), 理由是 \_\_\_\_\_。

(4) 在恒容密闭容器中合成二甲醚时  $\text{CO}_2$  的平衡转化率与温度、投料比  $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO}_2)}$  关系如图



所示。

① 500 K 时, 将 9 mol  $\text{H}_2$

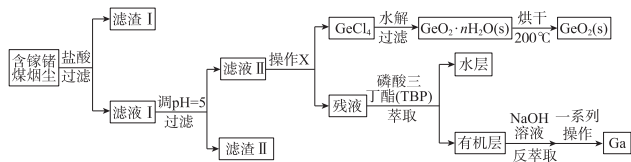
和 3 mol  $\text{CO}_2$  充入 2 L 恒容密闭容器中, 5 min 时反应达到平衡状态, 则 0~5 min 内的平均反应速率  $v(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

②由图象可以得出的规律是 \_\_\_\_\_ (答两条)。

(5)  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  不仅能合成二甲醚, 还能作燃料电池的燃料。以  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  体积比为 1:2 的混合气体与空气在足量  $\text{KOH}$  溶液中构成燃料电池(以石墨为电极), 在 \_\_\_\_\_ (填“正”“负”“阴”或“阳”)极区通入  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  的混合气体, 此时, 负极的电极反应式为 \_\_\_\_\_。

28. (14分) 2019 年是元素周期表发现 150 周年, 门捷列夫曾根据元素周期表成功预测当时尚未发现的具有半导体特性的金属元素——镓( $\text{Ga}$ )、锗( $\text{Ge}$ )。以含镓锗煤烟尘(主要含  $\text{GeO}_2$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等)为原料可制备高纯  $\text{GeO}_2$

和粗镓,其部分工艺流程图如下:

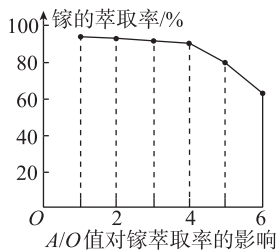


已知:Ge 和 Ga 单质及化合物的性质均与铝元素相似,GeCl<sub>4</sub>、GaCl<sub>3</sub> 易水解,沸点分别为 84℃、201.3℃;常温下, $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 4 \times 10^{-38}$ , $K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-33}$ 。

(1)“滤渣 II”的主要成分为\_\_\_\_\_ (填化学式),“滤液 II”中 $\frac{c(\text{Fe}^{3+})}{c(\text{Al}^{3+})} =$ \_\_\_\_\_。

(2)“操作 X”为\_\_\_\_\_,“烘干”温度一般控制在 200℃左右,其理由是\_\_\_\_\_。

(3)“萃取”时,镓的萃取率与 A/O 值(水相和有机相的体积比)的关系如图所示,从生产成本角度考虑,较适宜的 A/O 值为\_\_\_\_\_。



(4)“一系列操作”主要包含加盐酸调 pH、加热水解、过滤、洗涤、干燥得到 Ga(OH)<sub>3</sub> 固体,最后溶解得到 NaGaO<sub>2</sub> 溶液,写出 Ga(OH)<sub>3</sub> 固体溶解的离子方程式为\_\_\_\_\_。

检验 Ga(OH)<sub>3</sub> 是否洗涤干净的方法是\_\_\_\_\_。

(5)氮化镓(GaN)为第三代半导体材料之一,可利用上述流程制得的 Ga 在高温下与 NH<sub>3</sub> 反应制得,写出该过程的化学方程式:\_\_\_\_\_。

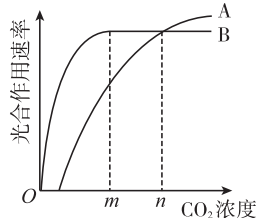
29. (10 分)胡杨是生活在沙漠中的唯一乔木树种,被称为生而千年不死、死而千年不倒、倒而千年不朽的“植物化石”,也被人们誉为“沙漠守护神”。

(1)在南疆塔里木河两岸的天然胡杨林,能防风固沙、调节气候,有效地阻挡和减缓南部塔克拉玛干大沙漠北移,这体现了生物多样性的\_\_\_\_\_价值。

(2)在利用蔗糖溶液测定胡杨离体细胞液浓度的时候,需要先做\_\_\_\_\_ 以了解该细胞的细胞液浓度大致范围,然后\_\_\_\_\_ 从而较精确地测量细胞液浓度。

(3)某兴趣小组欲设计实验验证茉莉酸(植物生长调节剂)对 NaCl 引起的胡杨细胞质壁分离有抑制作用,实验组的基础培养液中需另外添加\_\_\_\_\_。

30. (9 分)A、B 两植物的光合速率随 CO<sub>2</sub> 浓度的变化趋势如图所示。回答下列问题:



(1)当 CO<sub>2</sub> 浓度低于 n 时,A、B 两植物中,对

CO<sub>2</sub> 的利用率较高的植物是\_\_\_\_\_ (填字母);若提高处于 CO<sub>2</sub> 浓度为 m 时的 B 植物的光照强度,一段时间后,发现 B 植物的有氧呼吸会增强,原因是\_\_\_\_\_。

(2)已知短时高温处理叶片会使叶绿素被破坏。某人以 A 植物的叶片为材料验证上述结论,先提取叶片中的色素,再用\_\_\_\_\_ 法进行分离,观察滤纸条上的色素带发生的变化即可。

(3)叶面积指数表示单位地表面上叶片面积的多少。在一定范围内,叶面积指数会随着叶龄的增大而增大,这种现象主要是\_\_\_\_\_ 的结果。当叶面积指数过大时,A 植物的干物质积累速率会降低,原因是\_\_\_\_\_。

31. (8 分)为验证胰岛素的生理功能,有人做了以下实验:向鲫鱼腮部喷注适量胰岛素,鲫鱼表现出低血糖症状,再喷注葡萄糖溶液后鲫鱼的病症消退。回答相关问题:

(1)向鲫鱼腮部喷注大剂量胰岛素,鲫鱼表现出低血糖症状的原因是\_\_\_\_\_。

(2)喷注葡萄糖溶液后血液中胰高血糖素与胰岛素含量的比值会\_\_\_\_\_ (填“变高”“变低”或“不变”)。请简述其原因是\_\_\_\_\_。

(3)若某机体存在胰岛素受体的抗体,请分析其血糖浓度高的原因\_\_\_\_\_。

32. (12 分)研究发现小麦与玉米杂交,得到的 F<sub>1</sub> 分裂 3 次后会全部玉米染色体排除,从而获得小麦单倍体。已知小麦高秆对矮秆为显性、抗病对感病为显性,分别由等位基因 A/a 和 B/b 控制,但未知两对等位基因是否独立遗传;玉米非糯性与糯性由等位基因 D/d 控制。实验室中有各种基因型的普通小麦和玉米若干。回答下列问题:

(1)随机选取两株小麦杂交获得 F<sub>1</sub>,F<sub>1</sub> 任其自花传粉,得到的 F<sub>2</sub> 的表现型及比例为高秆抗病:高秆感病:矮秆抗病:矮秆感病=9:3:15:5,由此推测 A/a 和 B/b 这两对等位基因的位置是\_\_\_\_\_,F<sub>1</sub> 的表现型及比例为\_\_\_\_\_。

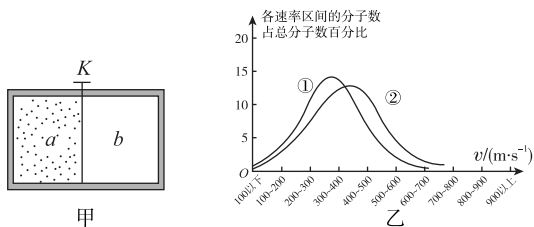
(2)玉米是雌雄同株异花植物,将纯合非糯性和糯性玉米间行种植,发现某植株(甲)的籽粒存在两种表现型,则植株甲的基因型为\_\_\_\_\_。将植株甲的非糯性籽粒培育成植株(乙),让其单独种植,待其开花后授以甲的花粉,结果子代表现为非糯性:糯性为 1:1,出现这种比例的原因是\_\_\_\_\_。

(3)将玉米植株甲与(1)中的 F<sub>1</sub> 某个体杂交,待其胚发育成幼苗,用\_\_\_\_\_ (填试剂)使其染色体加倍,结果发现子代矮秆抗病植株占 1/2,则选取的(1)中 F<sub>1</sub> 的基因型为\_\_\_\_\_。

(二)选考题(共45分。请考生从2道物理题、2道化学题、2道生物题中每科任选一题作答。如果多做,则每学科按所做的第一题计分)

33. [物理—选修3—3](15分)

(1)(5分)如图甲所示,一容器被隔板K隔开成a、b两部分。a内有一定量的稀薄气体,b内可能充有同种气体,也可能为真空,抽开隔板K后,a内气体进入b,最终达到平衡状态。已知大量分子做无规则运动,速率有大有小,但分子的速率却按一定的规律分布,a中稀薄气体初始状态的速率分布如乙图的①所示。则下列情境表述正确的是\_\_\_\_\_。(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。每选错1个扣3分,最低得分为0分)

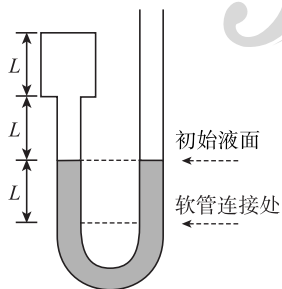


- A. 若容器绝热,b内为真空,抽开隔板后,速率分布图象不会发生变化
- B. 若容器导热,b内为真空,环境温度低于气体温度,抽开隔板后,速率分布图象将向图②的形状变化
- C. 若容器导热,b内为真空,环境温度高于气体温度,抽开隔板后,速率分布图象将向图②的形状变化
- D. 若容器绝热,b内为同种气体,温度相同,密度更大,抽开隔板后,速率分布图象下面积将变大
- E. 若容器绝热,b内为同种气体,温度更高,抽开隔板后,速率分布图象将向图②的形状变化

(2)(10分)如图所示一导热玻璃容器构造如图所示,左侧顶部的圆柱形容器高为L,横截面积是下方试管横截面积的4倍,容器左侧被液体封闭有一定质量的气体,初始时两侧液面等高,液面距上方圆柱形玻璃容器底部为L,液面距下方软管连接处距离为L,右侧试管顶部与大气相通,已知大气压强为 $p_0$ ,初始环境温度为 $T_0$ ,重力加速度为g,液体密度为 $\rho$ ,下方软管足够长。

(i)使环境温度逐渐升高,直至左侧液体恰好全部进入软管,求此时的环境温度;

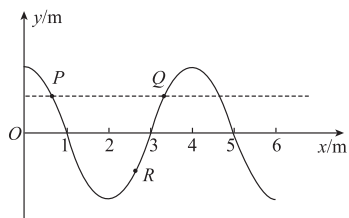
(ii)若保持环境温度始终为 $T_0$ ,将右侧试管向上提起,直至左侧液面恰好与圆柱形容器底部平齐,求此时右侧试管上端上提距离。



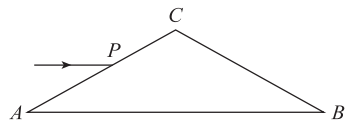
34. [物理—选修3—4](15分)

(1)(5分)如图为一列简谐波在某时刻的波动图象,已知质点P将比质点Q先回到平衡位置,则各点处于图中位置时,下列说法中正确的是\_\_\_\_\_。(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。每选错1个扣3分,最低得分为0分)

- A. 波一定沿x轴正方向传播
- B. 质点Q与质点R的振动方向相同
- C. 质点P的速度正在增大
- D. 质点R的速度正在减小
- E. 质点Q的加速度正在增大



(2)(10分)如图所示,等腰三角形ABC为折射率 $n=\sqrt{3}$ 的某透明介质的横截面,AC边长 $L=10\sqrt{3}$  cm, $\angle A=\angle B=30^\circ$ 。在ABC平面内有一细束光线,从AC边的中点P平行于AB边射入介质中。试通过分析计算说明从AC面折射到AB面的光线能否在AB面发生全反射;并求出光从P点入射到第一次从介质中射出所用的时间t。



35. [化学—物质结构与性质](15分)

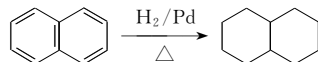
《自然·催化》封面文章曾介绍我国科学家研制出廉价高效的“电解水制氢”催化剂。利用表面缺陷工程技术捕获和稳定单原子的方法成功制备了钌单原子合金催化剂。钌(Ru)在周期表中相对位置如图所示,第Ⅷ族元素及其化合物常作催化剂。请回答下列问题:

Fe	Co	Ni
Ru	Rh	Pd
Os	Ir	Pt

(1)基态Ru原子能层序数最大的能级上电子达到半充满结构,基态Ru原子的外围电子排布式为\_\_\_\_\_。

(2)四羰基镍 $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ 的熔点为 $-25^\circ\text{C}$ 、沸点为 $43^\circ\text{C}$ ,广泛应用于催化工业、电镀等。四羰基镍晶体熔化时破坏的作用力类型是\_\_\_\_\_。画出四羰基镍分子中中心原子与配体之间的配位键:\_\_\_\_\_,1 mol  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  含\_\_\_\_\_ mol  $\sigma$  键。

(3)在有机合成中,镍、钯都是常用的催化剂。例如:



上述反应中,碳原子杂化类型变化是\_\_\_\_\_。

(4)配离子在水中颜色与分裂能( $\Delta$ )有关。d能级的分裂能指中心原子(或离子)的d能级上电



子跃迁到能量较高的 d 能级上吸收的能量。d 能级的分裂能：

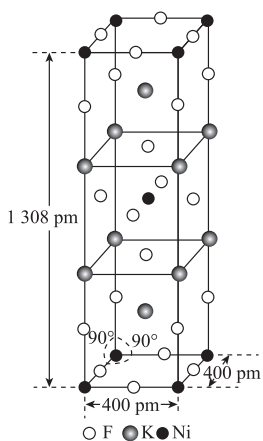
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  \_\_\_\_\_ (填“>”“<”或“=”)  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ，其原因是\_\_\_\_\_。

(5)  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  有两种结构：顺铂和反铂。顺铂为橙黄色或黄色结晶性粉末，具有抗癌作用。熔点  $268\sim 272^\circ\text{C}$  (分解)，微溶于水。反铂不溶于水，没有抗癌功能。据此推知  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  的立体结构是\_\_\_\_\_ (填“四面体”或“平面四边形”)。

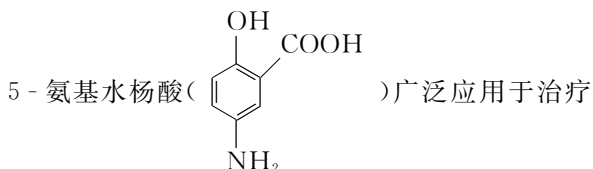
(6) 镍的某化合物一种晶胞如图所示。

① 该晶胞中 K、Ni、F 个数之比为\_\_\_\_\_。

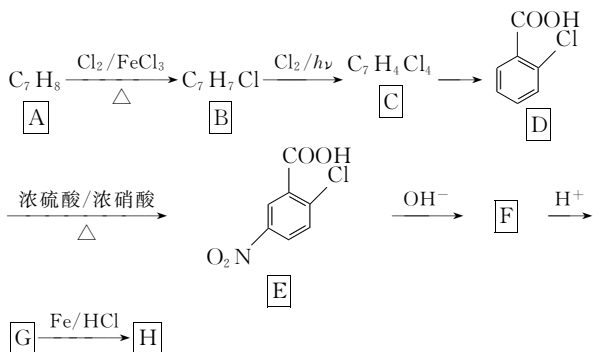
② 若  $N_A$  是阿伏加德罗常数的值，晶体的摩尔质量为  $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。该晶体密度 ( $\rho$ ) 为\_\_\_\_\_ (只要求列出计算式)。



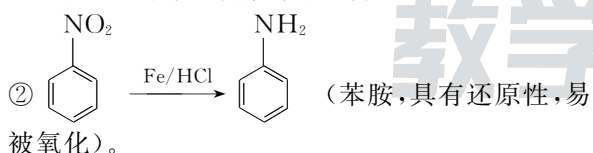
36. [化学—有机化学基础] (15 分)



克罗恩病和溃疡性结肠炎。5-氨基水杨酸的一种合成路线如下：



已知：① 通常在同一碳原子上连有两个或两个以上羟基不稳定，易脱水形成羰基。

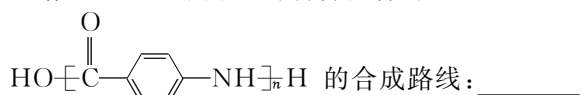


回答下列问题：

- D 的名称为 \_\_\_\_\_，G 的官能团名称为 \_\_\_\_\_。
- F 的化学式为 \_\_\_\_\_。
- G  $\rightarrow$  H 的反应类型为 \_\_\_\_\_。
- 写出 B  $\rightarrow$  C 的化学方程式：\_\_\_\_\_。
- M 是 H 的同分异构体，红外光谱显示含有

$-\text{NO}_2$  (无  $-\text{O}-\text{NO}_2$  结构)，则其可能的结构有 \_\_\_\_\_ 种，其中核磁共振氢谱为三组峰、峰面积比为 3 : 2 : 2 的结构简式为 \_\_\_\_\_。

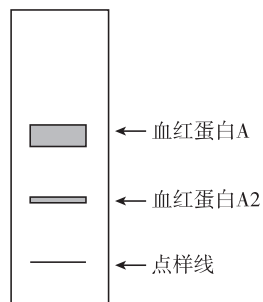
(6) 请写出用甲苯为原料制备化合物



(其他试剂任选)。

37. [生物—生物技术实践] (15 分)

具有一个镰刀型细胞贫血症突变基因的个体 (杂合子) 并不表现镰刀型细胞贫血症的症状，因为该个体能同时合成正常和异常的血蛋白，并对疟疾具有较强的抵抗力。研究表明青蒿素能显著降低疟疾的死亡率。



(1) 疟疾猖獗的非洲地区镰刀型细胞贫血症致病基因的频率较高，这是 \_\_\_\_\_ 的结果。

(2) 某成人血红蛋白电泳图谱如图所示，据此 \_\_\_\_\_ (填“能”“不能”或“不一定能”) 判断这两种蛋白质通过凝胶色谱柱的顺序呢，理由是 \_\_\_\_\_。

(3) 青蒿素是一种无色针状晶体，易溶于有机溶剂，不溶于水，不易挥发， $60^\circ\text{C}$  以上易分解，主要从黄花蒿中提取。在提取青蒿素时不宜用水蒸气蒸馏法的原因是 \_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_。现有有机溶剂乙醇 (沸点  $78^\circ\text{C}$ ) 和乙醚 (沸点  $35^\circ\text{C}$ )，宜选用 \_\_\_\_\_ 作为萃取剂，不选用另外一种理由是 \_\_\_\_\_。

38. [生物—现代生物科技专题] (15 分)

回答下列问题：

(1) 1973 年，Cohen 等首次用 DNA 连接酶将质粒与目的基因连接成重组质粒，并成功实现对大肠杆菌的转化，这一发现不仅说明了 DNA 连接酶具有 \_\_\_\_\_ 作用，也说明了 \_\_\_\_\_。

(2) 若用同种限制酶切割质粒和提取目的基因，用 DNA 连接酶处理后会发现除重组质粒外，还存在 \_\_\_\_\_ 等异常 DNA 分子，因此需进一步用电泳纯化。

(3)  $T_4$  噬菌体的 30 基因编码  $T_4$  DNA 连接酶，已知该酶对平末端的连接效率较低，可通过 \_\_\_\_\_ 技术将 30 基因修饰成  $30'$  基因，再送回  $T_4$  噬菌体内，使其侵染宿主细胞以使  $30'$  基因表达出高效连接平末端的  $T_4$  DNA 连接酶。在叶肉细胞、酵母菌、大肠杆菌中，可作为重组  $T_4$  噬菌体的宿主细胞的是 \_\_\_\_\_，理由是 \_\_\_\_\_。

(4) 为检测  $30'$  基因在大肠杆菌细胞内是否表达，可采用 \_\_\_\_\_ 技术。 $T_4$  DNA 连接酶起作用时先由 ATP 供能产生酶-AMP 复合物，该复合物含有的糖类是 \_\_\_\_\_。





### 理科综合

(本试卷满分 300 分,建议用时:150 分钟)

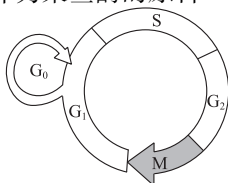
可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 O—16 Al—27 S—32 Cl—35.5 As—75

#### 第 I 卷(选择题 共 126 分)

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

- 下列有关酶和 ATP 的叙述,不正确的是 ( )
  - 所有细胞生物都以 ATP 为能源通货体现了生物界的统一性
  - 细胞中酶和 ATP 的合成都在细胞器中进行
  - 细胞中葡萄糖和果糖反应生成蔗糖的反应伴随着 ATP 的水解
  - ATP 脱掉两个磷酸的产物可作为某些酶的原料
- 细胞周期 G<sub>0</sub> 期指的是细胞分裂之后,某些细胞离开细胞周期,执行某种生物学功能或进行细胞分化的时期(如图)。处于 G<sub>0</sub> 期的细胞受到某种适当的刺激后,会重返细胞周期,进行分裂增殖。下列有关叙述正确的是 ( )
  - 图中 M 期的细胞可以发生同源染色体的分离
  - 秋水仙素可通过抑制纺锤体的形成阻止着丝点分裂
  - 肝脏具有很强的再生能力,可推测肝细胞可处于 G<sub>0</sub> 期
  - 抑癌基因发生基因突变,就会导致癌细胞进入 G<sub>0</sub> 期
- 抗病毒药物奥司他韦是一种神经氨酸酶抑制剂,能够选择性地抑制流感病毒表面神经氨酸酶的活性,阻止子代病毒颗粒在人体细胞内的复制和释放。下列叙述正确的是 ( )
  - 病毒表面的神经氨酸酶有助于病毒脱离宿主细胞
  - 神经氨酸酶是由宿主的 DNA 控制合成的
  - 免疫活性物质都是由免疫细胞合成并分泌的
  - 奥司他韦可作为流感疫苗使机体获得特异性免疫
- 种群、物种和群落是密切相关又有明显区别的三个概念。下列叙述不正确的是 ( )
  - 在自然条件下,种群是物种存在的基本单位
  - 在自然条件下,物种是群落的基本组成
  - 仓库中以粉状粮食为食的害虫之间存在竞争关系
  - 群落演替是群落内部和外界环境相互作用的结果
- 为验证鸡卵清中含有蛋白质,下列实验设计和实验结果预测的叙述不正确的是 ( )
  - ①需要设置蛋白质标准液作为对照实验
  - ②可用待测液加入胰蛋白酶反应前后加双缩脲试剂反应的颜色变化来验证
  - ③高温下蛋白质会变性,因此加热煮沸卵清会导致双缩脲试剂显色反应失败

A. ② B. ③ C. ①③ D. ②③
- 美国化学家 L. C. Pauling 在研究镰刀型细胞贫血症时发现,患者体内血红蛋白结构异常的原因是其基因中的一个 CTT 序列变为 CAT 序列,控制血红蛋白 β 链的第 6 位的谷氨酸被缬氨酸取代,导致血红蛋白结构异常而使红细胞由圆饼状变成镰刀型。这种由单个蛋白质分子异常引起的疾病称为分子病。下列叙述不正确的是 ( )
  - 分子病的发生是基因-蛋白质-性状之间的关系



- 的直接证据
  - 发病率的数据应是在人群中随机抽样调查得到的
  - 异常血红蛋白有 100 多种突变体,体现了基因突变的随机性
  - 正常与异常血红蛋白为蛋白质结构与功能关系研究提供实例
- 化学与生活、生产和环境有关的说法不正确的是 ( )
  - 国家提倡耕地轮休,能够改善土壤状态,提高土地生态再生能力,增强食品安全,有利于建设生态文明
  - 秸秆的燃烧可以减少病虫害的发生,燃烧会使虫卵和病菌中蛋白质变性而亡,同时提高肥力,燃烧不会造成环境污染
  - 我国燃油汽车即将实施国六排放标准,能够减少汽车尾气有害气体的排放
  - “凿开混沌得乌金,藏蓄阳和意最深。爝火燃回春浩浩,洪炉照破夜沉沉。”诗中所写“乌金”主要成分是炭
- 下列说法正确的是 ( )
  - 2 mol 铁块和浓硝酸常温下反应,电子转移为 6N<sub>A</sub>
  - 使用 1 mol 明矾净水,产生的 Al(OH)<sub>3</sub> 胶体粒子数目为 N<sub>A</sub>
  - 62 g Na<sub>2</sub>O 和 78 g Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 含有阴阳离子总数都是 3N<sub>A</sub>
  - 常温下 3 g H<sub>2</sub> 和标准状况下 33.6 L HF 都含有 1.5N<sub>A</sub> 个分子
- 实验室制取乙醚的原理为
 
$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons{100\sim 130^\circ\text{C}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OSO}_2\text{OH}(\text{硫酸氢乙酯}) + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OSO}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons{135\sim 145^\circ\text{C}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$$
 总反应为 
$$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[140^\circ\text{C}]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
 制备装置如图(铁架台和加热装置略去)
 

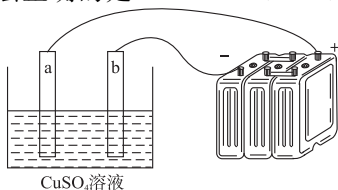
The diagram shows a laboratory setup for the synthesis of diethyl ether. It consists of a round-bottom flask containing 6 mL of 95% ethanol and 6 mL of concentrated H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. The flask is connected to a vertical condenser. The top of the condenser is connected to a receiver flask, which is placed in a beaker of ice water. A syringe is used to add 12.5 mL of 95% ethanol to the flask.
- 又知:
 

化学式	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OSO <sub>2</sub> OH
沸点/°C	78	34.5	208

 下列说法错误的是 ( )
  - $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[140^\circ\text{C}]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  是加成反应

- B. 由于乙醇受热易蒸发,故分液漏斗下端应浸入反应液液面以下
- C. 在制备乙醚时,反应温度高于乙醇的沸点,却不易被蒸出,是因为乙醇与浓硫酸反应生成了硫酸氢乙酯
- D. 在三颈烧瓶中应先加入 6 mL 95% 乙醇,再缓慢加入 6 mL 浓  $H_2SO_4$

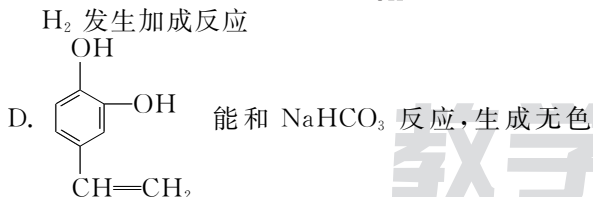
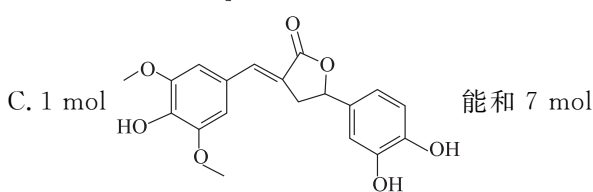
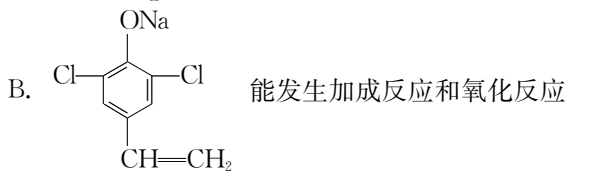
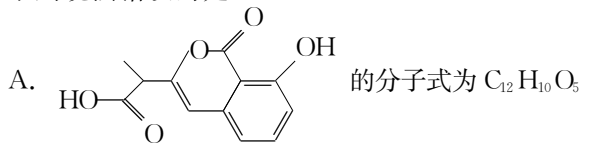
10. 如图所示,某同学设计一个铅蓄电池并探究粗铜的提炼原理,下列说法正确的是 ( )



- A. 电路中有 2 mol 电子流动时,阳极减少 64 g
- B. 工作中,  $Cu^{2+}$  向 a 极移动
- C. 铅蓄电池中负极发生反应为  $Pb - 2e^- = Pb^{2+}$
- D. 电路中有 2 mol 电子流动时,铅蓄电池正极增加 64 g,  $PbSO_4$  比 1 mol  $PbO_2$  重 64 g
11. 缺硒元素(Se)是发生克山病的重要原因,硒原子序数为 34,下列有关说法正确的是 ( )
- A. 硒元素位于元素周期表中第四周期,第 IV A 族
- B. 硒的同位素有  $^{74}Se$ 、 $^{76}Se$ 、 $^{77}Se$ 、 $^{78}Se$ 、 $^{80}Se$  和  $^{82}Se$  六种,硒元素的相对原子质量为  $\frac{74+76+77+78+80+82}{6} \approx 77.8$

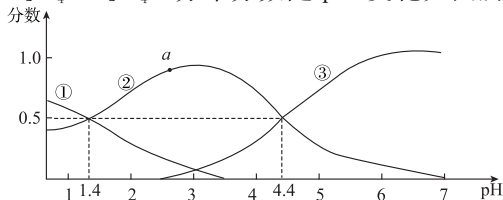
- C. 硒单质在空气中燃烧生成  $SeO_2$
- D.  $HCl$  的酸性强于  $H_2Se$ ,所以  $Cl$  的非金属性强于  $Se$

12. 下列说法错误的是 ( )



气体的同分异构体有 3 种

13. 已知:草酸( $H_2C_2O_4$  又称乙二酸)为二元弱酸,常温下,向  $pH=1$  的草酸与草酸氢钠的混合溶液中逐渐加入  $NaOH$  固体,测得溶液中  $H_2C_2O_4$ 、 $HC_2O_4^-$ 、 $C_2O_4^{2-}$  分布分数随  $pH$  变化如图所示。



下列说法正确的是 ( )

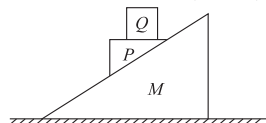
- A.  $HC_2O_4^-$  的平衡常数:  $K_a = 1.0 \times 10^{-4.4}$ ,  $K_b = 1.0 \times 10^{-12.6}$  ( $K_b$  表示水解平衡常数)
- B. 三条曲线中 ② 代表  $C_2O_4^{2-}$  分布分数曲线
- C. a 点存在  $c(HC_2O_4^-) > c(C_2O_4^{2-}) > c(H_2C_2O_4)$
- D.  $NaHC_2O_4$  溶液中  $2c(Na^+) = c(H_2C_2O_4) + c(HC_2O_4^-) + c(C_2O_4^{2-})$

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 小题只有一个选项正确,第 19~21 小题有多个选项正确。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错或不选的得 0 分)

14. 下列说法正确的是 ( )

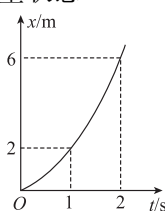
- A. 汤姆孙的“西瓜模型”能解释  $\alpha$  粒子散射实验
- B. 太阳辐射的能量主要来自其内部的重核裂变
- C. 发生光电效应时,入射光光强越大,逸出的光电子最大初动能越大
- D. 根据玻尔理论,氢原子在不同能量状态之间跃迁时辐射或者吸收光子

15. 如图所示,在地面上固定一斜面,现将物块 P、Q 叠放在一起置于斜面上,整体沿着斜面下滑,下列说法正确的是 ( )



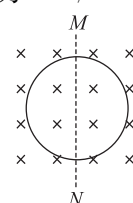
- A. 若整体匀速下滑,物块 Q 受到三个力的作用
- B. 若整体加速下滑,物块 P 对物块 Q 的摩擦力水平向右
- C. 若整体加速下滑,物块 Q 处于失重状态
- D. 若整体加速下滑,物块 Q 处于超重状态

16. 一车子在平直公路上做匀加速直线运动,取公路上的某点作为坐标原点,沿着运动方向建立  $x$  轴,车子位置  $x$  随时间  $t$  变化的图象如图所示。关于车子的运动情况,下列说法正确的是 ( )



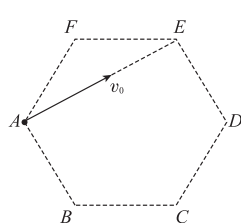
- A.  $t=0$  时刻,车子的速度为零
- B. 车子加速度大小为  $1 \text{ m/s}^2$
- C. 在  $0 \sim 3 \text{ s}$  内,车子的位移为 10 m
- D. 在  $0 \sim 4 \text{ s}$  内,车子的平均速度大小为  $5 \text{ m/s}$

17. 如图所示,将单匝圆形金属线圈置于磁感应强度为  $B_0$  的匀强磁场中,让线圈绕垂直磁场的轴  $MN$  以恒定角速度  $\omega$  匀速转动,从图示位置开始计时,当线圈转动 50 圈时,线圈中产生的热量为  $Q$ ;若保持线圈在图示位置不动,让磁场从  $B_0$  开始均匀增大,若在相同时间内线圈中产生的热量也为  $Q$ ,则磁感应强度的变化率为 ( )



- A.  $\frac{\sqrt{2}}{2} B_0 \omega$  B.  $B_0 \omega$  C.  $\sqrt{2} B_0 \omega$  D.  $2 B_0 \omega$

18. 如图所示,正六边形的六个顶点 A、B、C、D、E、F 是匀强电场的六个顶点,边长  $L$  为 3 m,且电场线与该平面平行,已知 A 点电势为  $\varphi_A = 0$ , $\varphi_B = -6 \text{ V}$ , $\varphi_C = -9 \text{ V}$ ,一比荷为  $\frac{q}{m} = 1.0 \times 10^6 \text{ C/kg}$  的带正电的粒子从 A 点以速度  $v_0$  沿 AE 方向进入正六边形区域,结果刚好从 D 点射出,粒子的重力忽略不计,下列说法正确的是 ( )



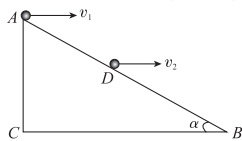
- A. D 点电势为  $-12 \text{ V}$
- B. 从 A 到 D 电势能增加
- C. 电场强度  $E = 1.0 \text{ V/m}$
- D. 初速度  $v_0 = 3.0 \times 10^3 \text{ m/s}$

19. 2019年1月3日“嫦娥四号”探测器实现人类历史上在月球背面首次软着陆,全国人民为之振奋。已知“嫦娥四号”探测器在地球上受到的重力为 $G_1$ ,在月球上受到月球的引力为 $G_2$ ,地球的半径为 $R_1$ ,月球的半径为 $R_2$ ,地球表面处的重力加速度为 $g$ 。则下列说法正确的是 ( )

- A. “嫦娥四号”探测器的发射速度大于 $11.2 \text{ km/s}$   
 B. 月球与地球的质量之比为 $\frac{G_1 R_2^2}{G_2 R_1^2}$   
 C. 若“嫦娥四号”在月球表面附近做匀速圆周运动,周期为 $2\pi\sqrt{\frac{R_2 G_1}{g G_2}}$   
 D. 月球与地球的第一宇宙速度之比为 $\sqrt{\frac{G_2 R_2}{G_1 R_1}}$

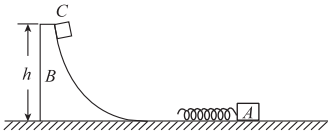
20. 如图斜面固定在地面上,倾斜角 $\alpha$ ,两个完全相同的小球甲、乙分别从A点和D点以速度 $v_1$ 、 $v_2$ 水平抛出,其中D为斜面的中点, $v_2 = 2v_1$ ,忽略一切阻力,下列说法正确的是 ( )

- A. 甲、乙两球同时抛出有可能同时到达B点  
 B. 甲、乙两球做平抛运动的时间之比是 $1:2$   
 C. 甲、乙两球做平抛运动的时间之比有可能为 $\sqrt{2}:1$   
 D. 甲、乙两球落到斜面上的瞬间,重力瞬时功率大小之比为 $1:2$



21. 如图所示,轻弹簧的一端固定在质量为 $2m$ 的滑块A上,质量为 $2m$ 的光滑弧形滑槽B静止放在光滑水平面上,弧形滑槽底端与水平面相切,一个质量为 $m$ 的小物块C从滑槽高 $h$ 处开始自由下滑,下列说法正确的是 ( )

- A. 滑块在整个运动过程中,A、B、C系统机械能守恒  
 B. 滑块滑到滑槽最低点时的速度 $v_1 = \sqrt{\frac{gh}{3}}$   
 C. 弹簧最大弹性势能 $E_{\max} = \frac{4mgh}{9}$   
 D. 物块反弹后追不上滑槽

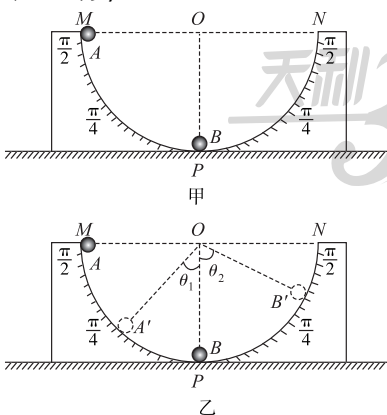


## 第II卷(非选择题 共174分)

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)

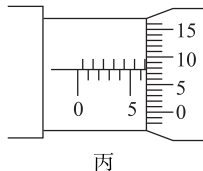
(一)必考题(11题,共129分)

22. (5分)某同学用如图甲所示的装置验证碰撞中的动量守恒。截面为半圆形光滑凹槽MPN,半径为 $R$ ,圆心为 $O$ ,固定在水平面上,凹槽上刻有角度,其角度值是圆周上该点与O点连线与竖直半径OP的夹角(弧度值)。半径相同、材料不同的小球A、B质量分别是 $m_1$ 、 $m_2$ ,现让B球静止在凹槽的最低点P点,让A球由静止从M点(球心与O点等高)释放,



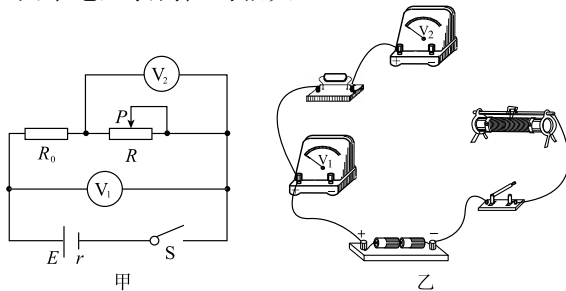
A球在最低点与B球发生碰撞,碰撞后A、B两球上升的最高点为 $A'$ 、 $B'$ ,如图乙所示,其位置的角度示数分别用 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 表示。

(1)实验中某同学用螺旋测微器测量小球的直径,如图丙所示,其读数 $d =$  mm;  
 (2)选取上述给定物理量符号( $m_1$ 、 $m_2$ 、 $R$ 、 $d$ 、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ )中的某些符号写出验证动量守恒定律的表达式: \_\_\_\_\_;



(3)假如碰撞为弹性碰撞,图乙的情景满足:  
 $m_1$  \_\_\_\_\_  $m_2$  (填“>”“<”或“=”)。

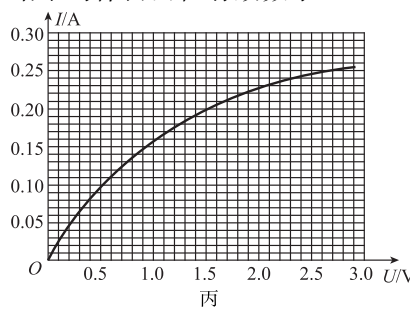
23. (10分)小明用伏安法测量电源的电动势和内阻时,发现实验室给出的电流表已经损坏,于是找来另一只电压表和一个阻值为 $R_0 = 4 \Omega$ 的定值电阻充当电流表,小明设计的电路如图甲所示,图中电压表内阻均很大。



(1)根据图甲所示电路,将图乙所示的实物图连接补充完整。

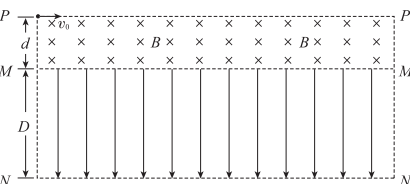
(2)小明在实验中通过调节滑动变阻器的阻值测出多组数据,其中两组如下:当电压表 $V_1$ 的读数为 $U_1 = 2.50 \text{ V}$ 时,电压表 $V_2$ 的读数 $U_2 = 0.50 \text{ V}$ ;电压表 $V_1$ 的读数为 $U'_1 = 2.80 \text{ V}$ 时,电压表 $V_2$ 的读数为 $U'_2 = 2.00 \text{ V}$ ,根据以上两组数据可知,电源电动势 $E =$  V,内阻 $r =$   $\Omega$ 。(结果均保留两位有效数字)

(3)实验结束时,老师给小明布置了一个任务,若将一个伏安特性曲线已知的小灯泡代替换图甲中的滑动变阻器接入电路中(小灯泡的伏安特性曲线如丙图所示),则小灯泡消耗的实际功率为 \_\_\_\_\_ W(结果保留两位有效数字)。



24. (12分)某控制带电粒子运动的仪器原理如图所示,区域 $PP'M'M$ 内有垂直纸面向里的匀强磁场,磁感应强度 $B = 8 \times 10^{-2} \text{ T}$ ,宽度 $d = 0.05 \text{ m}$ ,区域 $MM'N'N$ 内有竖直向下的匀强电场,电场强度 $E = 1.0 \times 10^5 \text{ V/m}$ ,宽度 $D = 3.00 \text{ m}$ ,一比荷 $\frac{q}{m} = 1.0 \times 10^8 \text{ C/kg}$ 的带负电的粒子以水平初速度 $v_0 = 8.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ 从P点射入磁场。边界 $MM'$ 不影响粒子的运动,不计粒子重力。

(1)求粒子第一次在磁场中运动的时间 $t$ (保留两位小数);  
 (2)若粒子从电场中经 $M'$ 点射出该区域,求 $MM'$ 距离 $L$ 满足的条件。



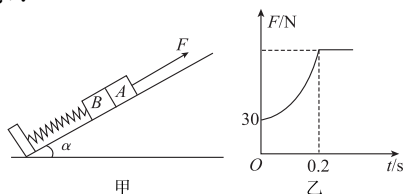


25. (20分)如图甲所示,在光滑斜面的底端固定一个挡板,在挡板上固定一个弹簧,将A、B两物块紧靠在一起放在斜面上并且与弹簧接触,让整个系统处于静止状态。此后从  $t=0$  时刻开始,对A施加一沿斜面向上的力  $F$ ,当力  $F$  按图乙所示随时间规律变化时,物块A恰能沿着斜面向上做匀加速直线运动。已知斜面的倾斜角为  $\alpha=30^\circ$ ,A、B两物块的质量分别为  $m_A=5\text{ kg}$  和  $m_B=1\text{ kg}$ ,  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ,求:

(1) A物块做匀加速直线运动时加速度的大小;

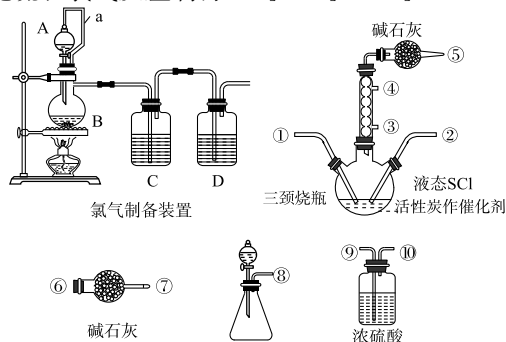
(2) 弹簧的劲度系数;

(3) 在  $0\sim 0.2\text{ s}$  内,力  $F$  做的功。



26. (14分)亚硫酸酰氯  $\text{SOCl}_2$  是淡黄色至红色液体,用于医药、农药、染料工业及有机合成工业,作氯化剂,制锂亚硫酸酰氯 ( $\text{Li}/\text{SOCl}_2$ ) 电池。实验室里可采取以下装置合成。

查资料: $\text{SOCl}_2$  极易溶于水, $\text{SOCl}_2$  遇水“发烟”,产生有强烈刺激气味气体: $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl} \uparrow$ 。在工业上, $\text{SOCl}_2$  主要由三氧化硫和氯气反应制得: $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{SCL}_2 \rightarrow 2\text{SOCl}_2$ 。



(1) 仪器 a 的作用是 \_\_\_\_\_, C 装置的作用是 \_\_\_\_\_, D 中的试剂是 \_\_\_\_\_。

(2) 某同学利用含  $4\text{ mol HCl}$  的盐酸和  $1\text{ mol MnO}_2$  制备出  $\text{Cl}_2$  小于  $1\text{ mol}$ , 已知装置气密性良好, 你觉得原因是 \_\_\_\_\_ (请结合有关方程式, 加上解释性文字)。

实验室中常用  $70\%$  硫酸和固态亚硫酸钠制备二氧化硫, 不使用稀硫酸和亚硫酸钠溶液制备的原因: \_\_\_\_\_。

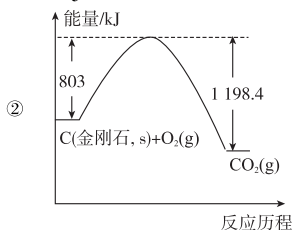
(3) 实验室制取  $\text{SOCl}_2$  在三颈烧瓶中进行, 整个装置所选仪器的连接顺序是氯气制备装置  $\rightarrow$  ①, ②  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_ (某些仪器可以多次使用, 某些可以不用)。

(4) 冷凝管口 ④ 是 \_\_\_\_\_ (填“进水”或“出水”) 口, 冷凝管上连接的干燥管的作用是 \_\_\_\_\_。

(5) 若反应中消耗的  $\text{SO}_2$  的体积为  $896\text{ mL}$  (标准状况),  $\text{Cl}_2$  足量, 最后得到纯净的  $\text{SOCl}_2$   $4.76\text{ g}$ , 则  $\text{SOCl}_2$  的产率为 \_\_\_\_\_。

27. (15分)石墨烯广泛应用于柔性显示屏、航天航空、海水淡化和新能源电池等领域。石墨烯这种超级材料来源于石墨。

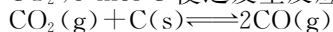
(1) 已知:  $\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$   
 $\Delta H = -393.5\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



$\text{C}(\text{金刚石}, \text{s}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{石墨}, \text{s})$  的反应热为 \_\_\_\_\_, 石墨比金刚石 \_\_\_\_\_ (填“稳定”或“不稳定”)。

(2) 碳与硅、铅同主族, 硅的原子结构示意图为 \_\_\_\_\_; Pb 的化合价只有  $+2$ 、 $+4$ , 且  $+4$  价的 Pb 具有强氧化性, 常温下,  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  (俗称红丹) 与浓盐酸反应生成  $\text{Cl}_2$ , 该反应的化学反应方程式为 \_\_\_\_\_。

(3) 恒温下向  $2\text{ L}$  固定容积的容器中加入  $2\text{ mol CO}_2$ ,  $3\text{ mol C}$  使之发生反应:



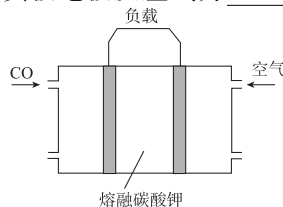
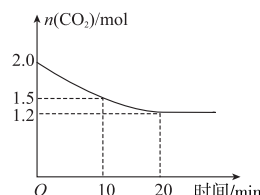
反应发生情况如图:

则起始至  $10\text{ min}$  时用  $\text{CO}$  表示化学反应速率为 \_\_\_\_\_,

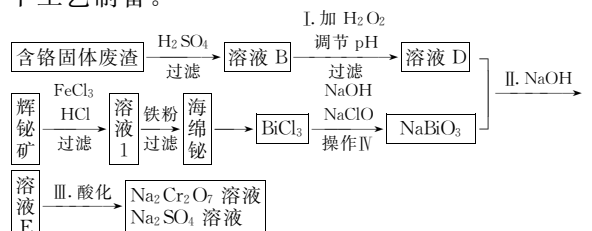
此反应的化学平衡常数  $K =$  \_\_\_\_\_;

若升高温度  $\text{CO}_2$  的转化率将 \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)。

(4) 在熔融碳酸钾  $\text{CO}$  燃料电池中, 以石墨烯基材料作电极, 负极电极反应式为 \_\_\_\_\_。



28. (14分)重铬酸钠为红色至橘红色结晶, 有强氧化性, 易溶于水。可以采用辉铋矿和含铬废渣用以下工艺制备。



已知: ①辉铋矿主要成分是  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ , 还含少量  $\text{SiO}_2$  等杂质, 含铬固体废渣主要成分为  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ , 还含有  $\text{FeO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 。

②  $\text{NaBiO}_3$  在碱性条件下能将  $\text{Cr}^{3+}$  氧化为  $\text{CrO}_4^{2-}$ 。

③ 流程中部分阳离子以氢氧化物形式沉淀时溶液的 pH 如表所示:

沉淀物	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Cr}(\text{OH})_2$	$\text{Al}(\text{OH})_3$
开始沉淀	2.2	7.5	4.6	3.7
完全沉淀	3.2	9.0	5.6	4.5

回答下列问题:

(1) I 加  $\text{H}_2\text{O}_2$  并调节 pH 目的是 \_\_\_\_\_。

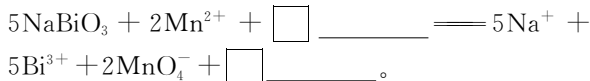
(2) 辉铋矿的“浸出液”中铋元素主要以  $\text{Bi}^{3+}$  形式存在, 辉铋矿中  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生反应, 该反应的氧化剂和还原剂之比 \_\_\_\_\_; 加入盐酸, 既可提高铋的浸出率, 又可 \_\_\_\_\_; 辉铋矿和  $\text{FeCl}_3$  溶液、盐酸反应后滤渣主要成分是和硫。

(3)  $\text{NaBiO}_3$  是为数不多的钠盐沉淀之一, 由  $\text{BiCl}_3$  制得纯净的  $\text{NaBiO}_3$ , 操作 IV 包括 \_\_\_\_\_。

(4) 写出 II 中发生反应的离子方程式: \_\_\_\_\_。

(5) III 中酸化是用硫酸而不用盐酸酸化, 理由是 \_\_\_\_\_ (结合化学方程式回答)。

(6)  $\text{NaBiO}_3$  可作为钢铁分析中测定锰的氧化剂, 利用原子守恒确定缺项物质及其他物质的化学计量数。



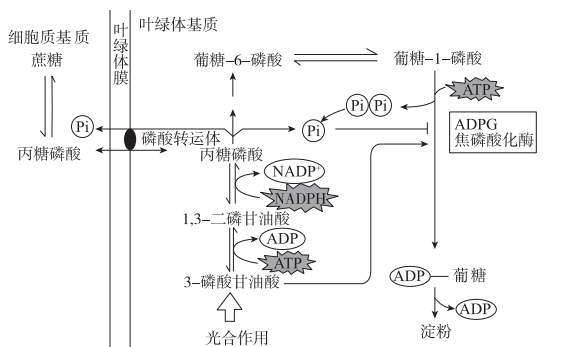
29. (8分) James P. Allison 教授和 Tasuku Honjo 教授因在癌症免疫治疗领域所做的贡献而被授予诺贝尔奖。他们发现: T 细胞表面的刹车分子 CTLA-4 和 PD-1 分子的存在, 会抑制 T 细胞攻击癌细胞, 并由此开创了针对癌症的免疫疗法。结合所学知识及材料, 回答以下问题。

(1) 细胞癌变的本质是原癌基因和抑癌基因等发生突变, 其中原癌基因的作用是\_\_\_\_\_。致癌病毒能够引发细胞癌变, 主要是因为它们含有\_\_\_\_\_基因以及与致癌有关的核酸序列。

(2) 与正常细胞相比, 癌细胞的特征有\_\_\_\_\_ (答出两点)。

(3) T 细胞与癌细胞的相互识别, 体现了生物膜具有\_\_\_\_\_功能。结合材料, 利用免疫学知识, 推测癌症免疫治疗利用\_\_\_\_\_抗体的作用, 达到激活 T 细胞, 攻击癌细胞的目的。

30. (10分) 磷酸丙糖是光合作用合成的最初糖类, 也是光合产物从叶绿体运输到细胞质的主要形式。它可形成淀粉, 暂时贮藏在叶绿体中, 叶绿体淀粉生物合成的过程如图所示。根据所学知识, 回答以下问题:



(1) 为 3-磷酸甘油酸转化为 1,3-二磷酸甘油酸提供磷酸基团的是\_\_\_\_\_分子, 磷酸基团来自于\_\_\_\_\_。

(2) 由图可知, 在淀粉和蔗糖的生物合成过程中起到重要调控作用的无机分子是\_\_\_\_\_, 由\_\_\_\_\_将其在叶绿体基质和细胞质基质之间来回转运。

(3) 由图可知, 淀粉生物合成和蔗糖生物合成呈竞争反应, 白天\_\_\_\_\_ (填“淀粉”或“蔗糖”) 合成活跃, 晚上则受到限制。由此推测, 新疆水果甜度高, 可能是因为细胞质基质中的 Pi 浓度\_\_\_\_\_ (填“高”或“低”)。

31. (9分) 研究表明, 运动会刺激细胞产生一种叫鸢尾素的激素。该激素不但与糖尿病有关, 还能够保护神经并帮助拯救破坏的突触, 从而促进大脑细胞之间的交流以及记忆产生, 因此其或许有望作为一种药物来帮助抵御阿尔兹海默症的记忆缺失。根据材料和所学知识, 回答以下问题。

(1) 鸢尾素对机体的调节属于\_\_\_\_\_调节。该激素只作用于神经细胞等的原因是\_\_\_\_\_。

(2) 鸢尾素可提高海马神经元之间的突触功能, 保护神经元, 体现了体液调节和神经调节之间的关系是\_\_\_\_\_。

(3) 依据突触结构中兴奋传递的机理, 推测兴奋传递受阻的原因有\_\_\_\_\_ (至少答出两点)。

(4) 胰岛素是机体内唯一降血糖的激素, 它的作用机理是\_\_\_\_\_。

32. (12分) 德国科学家发现了一种能单性繁殖, 克隆自己的小龙虾——大理石纹小龙虾。研究发现, 它与原产自美国的龙纹螯虾的基因惊人相似, 但是多了一个染色体组, 成了三倍体。25年来, 一只大理石纹小龙虾已经“复制”了几百万个基因完全一样的“自己”, 对欧洲大部分地区造成了物种入侵。根据以上信息, 结合所学知识, 回答以下问题:

(1) 该种龙虾产生的变异属于\_\_\_\_\_ (填变异的类型)。

(2) 设该种小龙虾某种的野生型(AA)与突变型(a)为一对相对性状。若基因型为 AAa 与基因型为 Aa 的小龙虾进行有性杂交, 它们的后代野生型与突变型个体的比例为\_\_\_\_\_。若基因型为 AAa 的小龙虾进行无性繁殖, 则后代的表现型情况为\_\_\_\_\_。

(3) 由此可知, 从进化的角度分析, 有性繁殖比无性繁殖的优势在于\_\_\_\_\_。

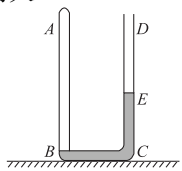
(二) 选考题(共 45 分。请考生从 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答。如果多做, 则每学科按所做的第一题计分)

33. [物理—选修 3-3] (15 分)

(1) (5分) 关于分子运动论、热现象和气体定律, 以下说法中正确的有\_\_\_\_\_。(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。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

- A. 温度高的物体分子平均速率一定大
- B. 液体表面层分子间距离大于液体内部分子间距离, 液体表面存在张力
- C. 封闭容器中的一定质量的理想气体, 若温度不变, 体积减半, 则单位时间内气体分子在容器壁单位面积上碰撞的次数加倍, 气体的压强加倍
- D. 对于一定质量的理想气体, 如果压强不变, 体积增大, 那么它一定向外界放热
- E. 在“用油膜法估测分子的大小”的实验中, 将油酸酒精溶液的体积直接作为油酸的体积进行计算, 会使分子直径计算结果偏大

(2) (10分) 如图所示, 细玻璃管 ABCD, A 端封闭, 玻璃管的 AB、CD 部分竖直,  $l_{AB} = l_{CD} = 20\text{ cm}$ ,  $l_{BC} = 10\text{ cm}$ , 横截面积  $S = 1\text{ cm}^2$ , 当温度  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  时, 管内有一段水银柱封闭着一段长为  $l = 20\text{ cm}$  的空气柱(细管 AB 部分), 水银柱的左端恰好在 B 处, 右端恰好在 CD 的中点 E 处。外界大气压始终保持  $p_0 = 75\text{ cmHg}$ , 已知  $T = t + 273\text{ K}$ , 不计水银与管壁的摩擦。

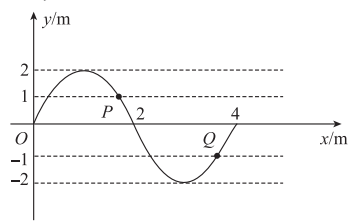


(i) 现在使温度缓缓降低, 试求当左右管的水银面高度相等时的温度  $t_2$ ;

(ii) 保持  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  温度不变, 缓慢向右管注入 10 mL 水银, 空气柱长度  $\Delta l$  改变多少?

34. [物理—选修 3-4] (15 分)

(1) (5分) 小王同学在研究绳波的传播规律时, 先在绳子上标记出 P、Q 两个质点, 然后抖动绳子形成一列简谐横波。  $t = 0$  时刻的波形图如图所示, 此时 P、Q 两质点到各自平衡位置的距离均为 1 m 且 P 正处于加速运动状态, 通过测量得知绳波在 20 s 内向前传播的距离为 40 m, 则下列判断正确的是\_\_\_\_\_。(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。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

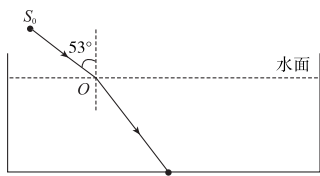


- A. 绳波向 x 轴负方向传播
- B.  $t = 1\text{ s}$  时刻质点 P 的速度沿 y 轴负方向
- C.  $t = 1\text{ s}$  时刻质点 Q 的加速度沿 y 轴负方向

D. 质点 P 的平衡位置对应的  $x$  坐标为  $\frac{5}{3}$  m

E. 质点 Q 的平衡位置对应的  $x$  坐标为  $\frac{10}{3}$  m

(2) (10 分) 如图所示, 容器内装满水, 一束光从  $S_0$  发出沿着直线  $S_0O$  射向水面, 经过折射后在容器底部形成一个亮斑 S, 若某个时刻容器因破损导致水面以速度  $v$  匀速下降, 已知  $S_0$  及入射光束的方向均保持不变(入射光与竖直方向成  $53^\circ$  角), 水对光束的折射率为  $\frac{4}{3}$ , 取  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ , 求亮斑在容器底部移动的速率。



35. [化学—物质结构与性质](15 分)  
 砷(As)与氮、磷元素同主族, 砷的原子序数为 33, 该族元素在化肥、农药等方面有重要应用, 回答下列问题:

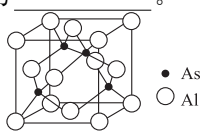
- 磷原子核外电子排布式为\_\_\_\_\_。
- $\text{NH}_3$  中氮原子的杂化类型是\_\_\_\_\_;  $\text{PH}_4^+$  的空间构型是\_\_\_\_\_。
- $\text{NH}_3$  的沸点高于  $\text{PH}_3$  的原因是\_\_\_\_\_。
- 如表列出一些元素的电负性值。

元素	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg
电负性	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	0.9	1.2
元素	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ga	Ge
电负性	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0	0.8	1.0	1.6	1.8

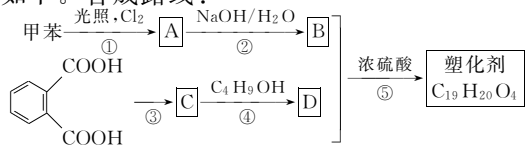
- 估算电负性:  $\langle \text{As 的电负性} \rangle$ \_\_\_\_\_。
- 通常认为, 当原子的电负性差值大于 1.7 时, 一般形成离子键; 当小于 1.7 时, 一般形成共价键。试推断:  $\text{BeCl}_2$  中的化学键类型为\_\_\_\_\_。

(5) 砷和 Al 能够形成化合物砷化铝, 其晶胞结构如图所示:

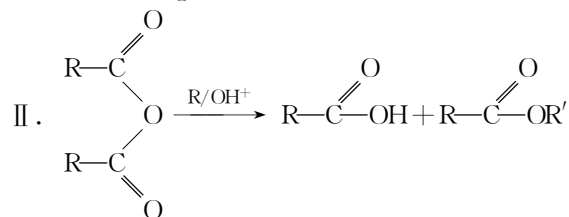
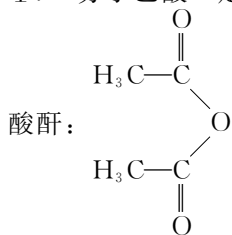
- 该晶胞中 As 原子的配位数为\_\_\_\_\_。
- 若 Al 与 As 最近距离为  $a$  cm, 则该晶体的密度为\_\_\_\_\_  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。(  $N_A$  表示阿伏加德罗常数)



36. [化学—有机化学基础](15 分)  
 某塑化剂 E 可以用甲苯和邻苯二甲酸合成, 方法如下。合成路线:



已知: I. 二分子乙酸一定条件下分子间脱水可形成乙



III. 同一个碳原子上多个羟基不稳定。

(1) 指出反应类型: 反应②\_\_\_\_\_, 反应⑤\_\_\_\_\_。

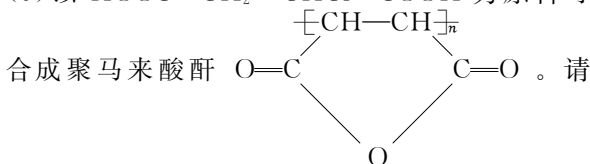
(2) 写出结构简式: A\_\_\_\_\_, C\_\_\_\_\_。

(3) D 中含有官能团名称是\_\_\_\_\_。

(4) 写出  $\text{B} + \text{D} \rightarrow \text{E}$  的化学方程式\_\_\_\_\_。

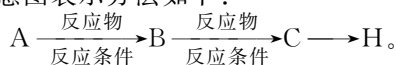
(5) A 的属于芳香烃衍生物的同分异构体有\_\_\_\_\_种。

(6) 以  $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{COOH}$  为原料可



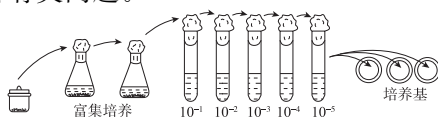
用合成反应流程图示意图表示出其合理的合成方案(学过的重要反应条件要写, 有机物均用结构简式表示)。

提示: ①合成过程中无机试剂任选; ②合成反应流程图示意图表示方法如下:



37. [生物—生物技术实践](15 分)

有机物对羟基苯甲酸是导致农作物连作障碍的自毒物质, 因此快速降解土壤中积累的对羟基苯甲酸, 有利于作物健康生长。如图是某研究小组从土壤中分离纯化对羟基苯甲酸降解菌的过程。回答有关问题。



(1) 富集培养的目的是\_\_\_\_\_。

富集培养基应以\_\_\_\_\_为唯一碳源。

(2) 微生物接种方法各不相同, 但获取纯净培养物的关键都是\_\_\_\_\_。为了检验制备的培养基是否合格, 需要用\_\_\_\_\_培养基作为对照。

(3) 若要对土壤中的目的菌进行计数, 可采取\_\_\_\_\_。

为了保证结果准确, 一般选择菌落数在\_\_\_\_\_的平板进行计数。此方法得到的结果一般偏小, 原因是\_\_\_\_\_。

(4) 为了保持菌种的纯净, 需要进行菌种的保藏, 对于需要长期保存的菌种, 可以采用\_\_\_\_\_法。

38. [生物—现代生物科技专题](15 分)

脂肪酶能够催化脂肪分解成脂肪酸和甘油。铜绿假单胞菌脂肪酶具有较高的活性、稳定性和选择性, 但该脂肪酶的活性构象的形成依赖于其特异性的折叠酶。研究发现若改变该脂肪酶某个位点的氨基酸, 可明显提高其生物学活性。根据以上信息, 结合所学知识, 回答以下问题:

(1) 脂肪酶的化学本质是\_\_\_\_\_ (填“核酸”“蛋白质”或“脂质”), 作用底物属于\_\_\_\_\_ (填“核酸”“蛋白质”或“脂质”)。

(2) 以上研究属于\_\_\_\_\_ (填“基因”“蛋白质”或“细胞”)工程的范畴, 判断依据是\_\_\_\_\_。

(3) 由题干信息可知, 脂肪酶的生物学活性直接取决于\_\_\_\_\_。

(4) 有一项研究 DNA 分子结构的物理技术, 仍然适用于研究蛋白质的空间结构, 这项技术的名称叫\_\_\_\_\_ (填“密度梯度离心”“层析”或“X-射线晶体衍射技术”)。

(5) 提出一项此研究成果的实际应用\_\_\_\_\_。





## 理科综合

(本试卷满分 300 分,建议用时:150 分钟)

可能用到的相对原子质量:C—12 N—14 O—16 Cl—35.5 K—39

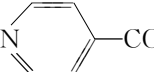
### 第 I 卷(选择题 共 126 分)

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

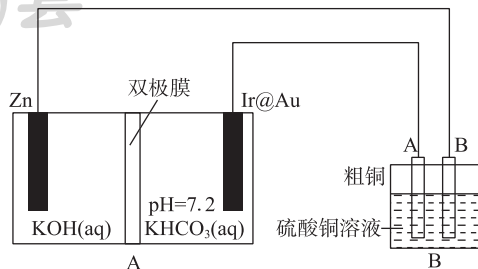
- 有关细胞分子组成的叙述,错误的是 ( )
  - 一些脂质可以由内分泌腺分泌
  - 一切生命活动都离不开蛋白质
  - 胆固醇是构成动物细胞膜的非激素类物质
  - 细胞膜上的糖类均与蛋白质结合形成糖蛋白
- 有关真核细胞结构和功能的叙述,正确的是 ( )
  - 叶绿体的类囊体膜上存在催化还原型辅酶 II (NADPH) 合成的酶
  - 线粒体是有氧呼吸的场所,为细胞新陈代谢提供 95% 以上的能量
  - 动物细胞的吸水和失水实验只能以哺乳动物红细胞为材料
  - 水分子只能从低浓度溶液流向高浓度溶液
- 有关人体激素调节的叙述,错误的是 ( )
  - 胰岛素和胰高血糖素的相互拮抗共同维持血糖含量的稳定
  - 运动员服用兴奋剂提高成绩既违反体育道德又损害身心健康
  - 小肠黏膜产生的促胰液素通过导管运输到胰腺促进胰腺分泌胰液
  - 甲状腺激素分泌的调节中下丘脑和垂体细胞都是甲状腺激素的靶细胞
- 某研究小组在面积为 5 公顷的农田中首次捕获某种鼠 150 只,在鼠的腿部扎红丝带作为标记后放回。一星期后再次捕获 165 只,其中有标记个体 25 只。以下分析不恰当的是 ( )
  - 根据以上数据计算农田中该种鼠的种群密度为 198 只/公顷
  - 若红丝带有掉落则该鼠的种群密度计算值较实际值偏小
  - 若被标记鼠受排斥而迁出,则该鼠种群密度计算值较实际偏大
  - 红丝带过于明显影响被标记鼠正常生命活动,故不宜作标记物
- 以下关于科学史的叙述符合事实的是 ( )
  - 格里菲思认为加热杀死的 S 型菌中有转化因子,并证明转化因子就是 DNA
  - 孟德尔提出生物体的性状是由遗传因子控制的,并将遗传因子命名为基因
  - 温特指出引起胚芽鞘弯曲生长的是一种化学物质,并将其命名为生长素
  - 沃森和克里克构建了 DNA 双螺旋结构模型,并证明 DNA 复制方式为半保留复制
- 用  $^{14}\text{C}$  标记的  $\text{T}_2$  噬菌体去侵染  $^{35}\text{S}$  标记的大肠杆菌,以下叙述符合事实的是 ( )
  - 用  $^{14}\text{C}$  标记的鸡胚细胞培养  $\text{T}_2$  噬菌体可获得  $^{14}\text{C}$  标记的  $\text{T}_2$  噬菌体
  - $^{35}\text{S}$  标记的大肠杆菌体内含放射性的结构有染色

色体、核糖体等

- $^{14}\text{C}$  出现在子代  $\text{T}_2$  噬菌体的 DNA 和蛋白质外壳中
  - 子代的每一个  $\text{T}_2$  噬菌体都含有  $^{35}\text{S}$
- 我国优秀的传统文化中蕴含着众多的化学知识,下列对应诗句的相关解释或说法正确的是 ( )
    - “春蚕到死丝方尽,蜡炬成灰泪始干”中的丝和蜡烛的主要成分分别是纤维素和烃
    - “千锤万凿出深山,烈火焚烧若等闲”描述的化学变化中反应物的总能量高于生成物的总能量
    - “爆竹声中一岁除,春风送暖入屠苏”中的“屠苏酒”制备是利用了有机物在乙醇中有较大的溶解度
    - “烟笼寒水月笼沙,夜泊秦淮近酒家”中的“烟”是固体小颗粒,能发生丁达尔现象

8. 异烟酸( $\text{N}$    $\text{COOH}$ , 结构中六元环类似于苯环)可用于合成治疗结核病不可或缺的异烟肼,下列有关异烟酸说法正确的是 ( )

- 异烟酸的分子式:  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2\text{N}$
  - 异烟酸结构中所有碳原子不可能共平面
  - 含一个六元环的同分异构体超过 4 种
  - 异烟酸能发生酯化、水解、氧化等反应
- $N_A$  代表阿伏加德罗常数的值,下列说法不正确的是 ( )
    - 2.2 g  $\text{ND}_4^+$  中共价键数目为  $0.4N_A$
    - 常温常压下,4.4 g  $\text{CO}_2$  与足量  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应转移的电子数为  $0.1N_A$
    - 1 L  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的碳酸氢钠溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{HCO}_3^-$  的数目之和小于  $0.1N_A$
    - 标准状况下,2.24 L HF 中分子数小于  $0.1N_A$
  - 某同学利用我国科学工作者发明的  $\text{Zn}-\text{CO}_2$  可充电电池模拟对铁表面电镀铜,如图所示。



已知:

放电时发生反应:  $\text{Zn} + \text{CO}_2 = \text{ZnO} + \text{CO}$

充电时发生反应:  $2\text{ZnO} = 2\text{Zn} + \text{O}_2 \uparrow$

双极膜:阴、阳膜复合层间的  $\text{H}_2\text{O}$  解离成  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ , 并分别通过阴膜和阳膜,作为  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  离子源。

- 下列有关说法不正确的是 ( )
- A 池放电过程中,  $\text{Ir}@\text{Au}$  极可能有  $\text{H}_2$  产生
  - A 池充电过程中,  $\text{Ir}@\text{Au}$  极附近 pH 变小

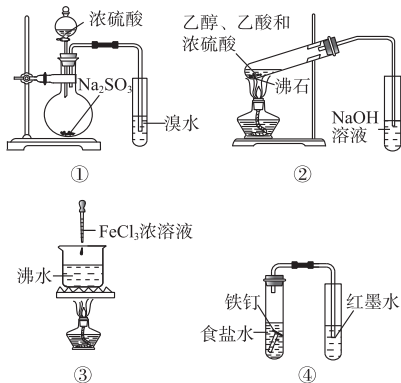
C. A池放电过程中, Zn极电极反应为  $Zn - 2e^- + 2OH^- = ZnO + H_2O$

D. B池电镀过程中, 硫酸铜溶液浓度保持不变

11. X、Y、Z和W是原子序数依次递增的四种短周期主族元素。X、Y处于同一族, 且可形成化学式为YX的离子化合物, Z的简单离子半径是第三周期最小的, W的次外层电子数等于其他电子层电子数之和。下列说法正确的是 ( )

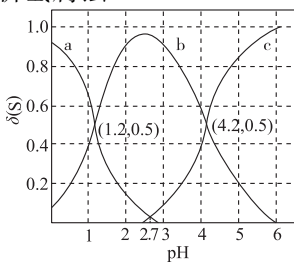
- A. YX有强氧化性  
B. 原子半径:  $W > Z > Y > X$   
C. Y的最高价氧化物的水化物是强碱  
D. Z和W形成的化合物只能由干法制备

12. 下列实验装置能达到实验目的是 ( )



- A. 图①装置验证  $SO_2$  的漂白性  
B. 图②装置制取并收集乙酸乙酯  
C. 图③装置制备  $Fe(OH)_3$  胶体  
D. 图④装置可观察铁的析氢腐蚀

13. 常温下,  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $H_2SO_3$  溶液的 pH 和溶液中含硫微粒的物质的量分数  $\delta(S)$  随 pH 的变化如图所示。下列叙述错误的是 ( )



- A. a、b、c 曲线分别代表  $H_2SO_3$ 、 $HSO_3^-$ 、 $SO_3^{2-}$  三种粒子  
B.  $pH=1.2$  时,  $c(H^+) > c(OH^-) = \frac{2}{3}c(HSO_3^-)$   
C.  $pH=2.7$  时,  $c(HSO_3^-) > c(H_2SO_3)$   
D.  $K_{a2}(H_2SO_3) = 10^{-4.2}$

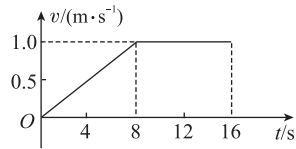
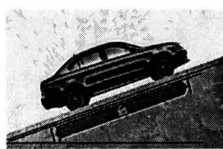
- 二、选择题(本题共 8 小题, 每小题 6 分, 共 48 分。在每小题给出的四个选项中, 第 14~17 小题只有一个选项正确, 第 18~21 小题有多个选项正确。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错或不选的得 0 分)

14. 物理学经历近四个世纪的发展, 不断地推动科学技术的创新和革命, 促进人类物质文明和精神文明的进步。下列物理学家的贡献及科学的应用正确的是 ( )
- A. 伽利略在研究自由落体运动时提出位移、平均速度和加速度的概念  
B. 康普顿效应说明光的粒子性, 表明光子既有能量也有动量  
C. 法拉第经过多次实验, 总结出产生感应电流的条件和电磁感应定律  
D. 牛顿利用第谷的实验数据和开普勒行星运动定律, 总结出万有引力定律
15. 2019 年初热映的科幻电影《流浪地球》获得了极大的好评, 电影涉及了许多物理知识, 如氦闪、地球

刹车和逃逸、木星的引力弹弓效应。太阳发生氦闪之前进行的是核聚变, 下列说法正确的是 ( )

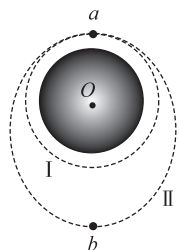
- A. 太阳内部进行的核聚变方程可能是  ${}^1_1N + {}^4_2He \rightarrow {}^5_2O + {}^1_1H$   
B. 太阳内部进行的核聚变方程可能是  ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$   
C. 目前人类已经可以有效控制核聚变, 并将核聚变产生的能量用于发电  
D. 目前核聚变主要用在核武器上, 例如原子弹

16. 半坡起步是考取驾照的科目二的考试内容之一。如图甲所示, 质量为  $m=1.6 \times 10^3 \text{ kg}$  的小轿车静止于倾角为  $30^\circ$  的斜面上, 从  $t=0$  时刻开始起步, 在沿平行于斜面向上的牵引力作用下沿斜面向上做直线运动。某次起步的速度  $v$  随时间  $t$  的变化图线如图乙所示, 已知小轿车运动过程中所受阻力(包括空气阻力、摩擦阻力)是车重的  $0.1$ , 斜面足够长,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ 。则  $0 \sim 16 \text{ s}$  内, 牵引力做的功至少为 ( )



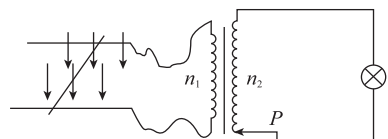
- A.  $1.16 \times 10^5 \text{ J}$   
B.  $1.20 \times 10^5 \text{ J}$   
C.  $1.10 \times 10^5 \text{ J}$   
D.  $1.00 \times 10^5 \text{ J}$

17. 如图, 虚线 I、II 分别表示地球卫星的两条轨道, 其中轨道 I 为近地环绕圆轨道, 轨道 II 为椭圆轨道, 轨道 II 近地点与轨道 I 相切于 a 点, b 点为轨道 II 的远地点, b 点与地心的距离为轨道 I 半径的 2 倍, 沿轨道 I 运行的卫星经过 a 点的速率为  $v_1$ , 沿轨道 II 运行的卫星经过 a 点的速率为  $v_2$ , 经过 b 点的速率为  $v_3$ , 则 ( )



- A.  $v_1$  大于第一宇宙速度, 小于第二宇宙速度  
B.  $v_2$  大于第一宇宙速度, 小于第二宇宙速度  
C.  $v_3$  大于第一宇宙速度, 小于第二宇宙速度  
D.  $v_1$  为  $v_3$  的  $\sqrt{2}$  倍

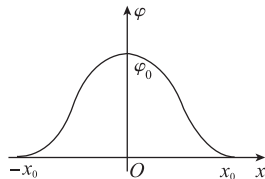
18. 如图所示, 光滑平行金属导轨间距为  $L=0.5 \text{ m}$ , 水平放置在方向竖直向下、磁感应强度大小为  $B=\sqrt{2} \text{ T}$  的匀强磁场中, 一根有效电阻为  $r=0.5 \Omega$  的导体棒垂直放置在金属导轨上, 在外力  $F$  作用下沿水平方向运动, 其速度随时间的变化规律为  $v=v_m \sin 10\pi t$ 。导轨电阻不计, 金属导轨足够长。将两根金属导轨连接在理想变压器上来给小灯泡(36 V 18 W)供电,  $P$  是副线圈的滑动触头, 可改变副线圈的匝数。初始时, 原副线圈的匝数比为  $n_1:n_2=1:4$ , 此时小灯泡恰好正常发光, 则 ( )



- A. 导体棒的最大速度为  $18 \text{ m/s}$   
B. 在  $1 \text{ min}$  内外力  $F$  做的功为  $1200 \text{ J}$   
C. 减小导体棒的最大速度  $v_m$ , 变压器的输出功率不变  
D.  $P$  向上滑动, 小灯泡亮度变暗
19. 空间存在一静电场, 其电势  $\varphi$  沿  $x$  轴方向的分布规律的部分图象如图所示, 将一电荷量为  $-q$  ( $q > 0$ )、质量为  $m$  的带电粒子从  $-x_0$  处由静止释

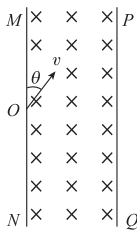
放,该粒子仅受电场力作用沿  $x$  轴运动。则该粒子 ( )

- A. 在  $-x_0 \sim 0$  区间受到的电场力先增大后减小  
 B. 在  $-x_0 \sim 0$  区间做匀加速运动到  $O$  点速度最大  
 C. 在  $0 \sim x_0$  区间电势能减少  
 D. 经过  $O$  点时的动能为  $q\varphi_0$



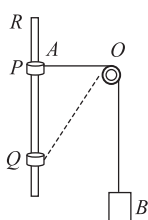
20. 如图所示,相互平行的直线  $MN$  和  $PQ$  间存在垂直于纸面向里的匀强磁场。一束带负电粒子由  $O$  点垂直于磁场方向射入,已知粒子速率一定,射入时速度方向与  $OM$  间的夹角范围为  $0 < \theta < 90^\circ$ ,不计粒子的重力,则 ( )

- A.  $\theta$  越大,粒子在磁场中运动的时间可能越短  
 B.  $\theta$  越大,粒子在磁场中运动的轨迹一定越长  
 C.  $\theta$  越大,粒子在磁场中运动轨迹的圆心到  $MN$  的距离一定越小  
 D. 粒子在磁场中运动的轨迹长度与时间的比值与  $\theta$  无关



21. 中间有光滑圆孔的圆环  $A$  与物块  $B$  用一根不可伸长的轻绳连接,  $A$  套在竖直光滑的细杆上,细杆的上端为  $R$ ,绳绕过定滑轮将  $B$  竖直悬挂,如图所示,轻绳与定滑轮间无摩擦。让圆环  $A$  从与  $O$  等高的  $P$  点由静止释放,下落到  $Q$  点时速度恰好为零,此时  $B$  没有碰到滑轮,已知  $OP=0.3\text{ m}$ ,  $PR=0.225\text{ m}$ ,  $PQ=0.4\text{ m}$ ,重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ 。则 ( )

- A. 圆环  $A$  和物块  $B$  的质量之比为  $3:4$   
 B. 当圆环  $A$  的速度最大时,  $A$ 、 $B$  的速度之比为  $2:1$   
 C. 圆环  $A$  和物块  $B$  的机械能之和始终保持不变  
 D. 若圆环  $A$  以  $3\text{ m/s}$  的初速度从  $Q$  点向上滑动,圆环  $A$  不能滑出细杆顶端



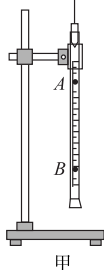
## 第 II 卷 (非选择题 共 174 分)

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)

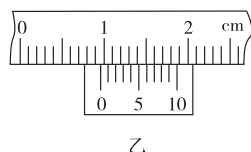
(一) 必考题 (11 题,共 129 分)

22. (5 分) 某学生课外实验小组使用牛顿管测量当地的重力加速度大小。设计如图所示实验装置,将牛顿管竖直固定在铁架台上,用传感器控制管内的塑料小球。  $A$ 、 $B$  是两个固定在管外的光电计时器,按下列步骤操作:

① 用抽气机将管内抽成真空,利用牛顿管外侧刻度尺读出两光电计时器中心间的距离  $L$ ;



② 将塑料球由静止释放,记录塑料球通过  $A$ 、 $B$  光电计时器的时间分别为  $t_1 = 3.50\text{ ms}$ 、 $t_2 = 2.20\text{ ms}$ ;



③ 用游标卡尺测塑料球的直径  $d$  如图乙所示,请完成实验数据的处理。

(1) 塑料球的直径  $d =$  \_\_\_\_\_  $\text{mm}$ ,塑料球通过  $A$ 、 $B$  光电计时器的速度分别为  $v_A =$  \_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ ,

$v_B =$  \_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ 。(计算结果保留小数点后两位)

(2) 用所测的量 ( $d$ 、 $L$ 、 $t_1$ 、 $t_2$ ) 表示当地的重力加速度  $g =$  \_\_\_\_\_。

23. (10 分) 某实验兴趣小组为了探究发光二极管伏安特性曲线特性,做了以下实验。

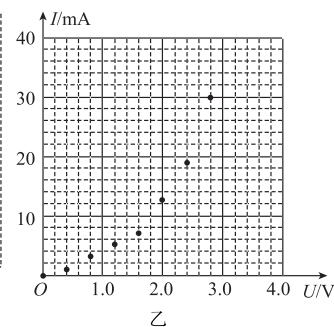
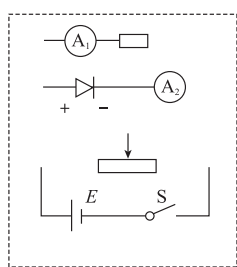
(1) 由于缺少一个  $0 \sim 3\text{ V}$  的电压表,可以用一个阻值为 \_\_\_\_\_  $\Omega$  的定值电阻与电流表  $A_1$  (量程为  $0 \sim 2\text{ mA}$ ,内阻为  $300\ \Omega$ ) \_\_\_\_\_ (填“串联”或“并联”)改装而成。

(2) 实验中供选择的滑动变阻器有  $R_1$  (最大阻值为  $50\ \Omega$ )、 $R_2$  (最大阻值为  $5\text{ k}\Omega$ ),应选择 \_\_\_\_\_ (填“ $R_1$ ”或“ $R_2$ ”)。

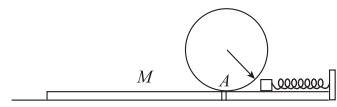
(3) 图甲中已画出部分实验电路,请把实验电路图补充完整。

(4) 某同学测得多组数据,并在乙图坐标上描点,请在图乙坐标中画出其特性曲线。

(5) 若发光二极管的最佳工作电流为  $10\text{ mA}$ ,现将发光二极管与电动势为  $2.8\text{ V}$ 、内阻不计的电源相连,则还需串联一个阻值  $R =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$  的电阻,才能使它工作时处于最佳状态。



24. (12 分) 半径为  $r = 2\text{ m}$  的圆轨道被固定于平台  $B$  上,一质量为  $M = 1.5\text{ kg}$



的长木板置于足够长的光滑水平面上,其上表面与圆轨道的最低点  $A$  点相平,板长  $L = 6\text{ m}$ 。一个质量为  $m = 1.0\text{ kg}$  物块 (可视为质点) 从压缩的弹簧上被弹出,恰好经过圆弧轨道,最后滑上长木板。圆弧轨道光滑,重力加速度  $g = 10\text{ m/s}^2$ 。

(1) 求物块第一次经过圆轨道最低点  $A$  时对轨道的压力;

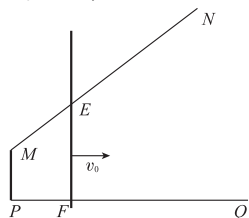
(2) 若物块恰好不滑离长木板,求物块与木板上表面间的动摩擦因数  $\mu$ 。

25. (20 分) 如图,水平面内有一光滑金属导轨,  $MN$ 、 $PQ$  边的电阻不计,  $MP$  边的电阻阻值  $R = 1.5\ \Omega$ ,  $MN$  与  $MP$  的夹角为  $135^\circ$ ,  $PQ$  与  $MP$  垂直,  $MP$  边长度等于  $3\text{ m}$ 。将质量  $m = 2\text{ kg}$ ,电阻不计的足够长的直导体棒放置在导轨上,并与  $MP$  平行,棒与  $MN$ 、 $PQ$  交于点  $E$ 、 $F$ ,点  $E$ 、 $F$  间的距离  $L = 4\text{ m}$ ,整个空间存在垂直于导轨平面的匀强磁场,磁感应强度  $B = 0.5\text{ T}$ 。在外力作用下,棒由  $EF$  处以初速度  $v_0 = 3\text{ m/s}$  向右做直线运动,运动时回路中的电流强度始终不变。求:

(1) 棒在  $EF$  处所受的安培力的功率;

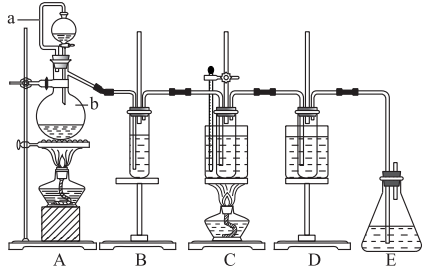
(2) 棒向右移动距离  $x = 2\text{ m}$  所需的时间  $\Delta t$ ;

(3) 棒由  $EF$  处向右移动  $2\text{ s}$  的过程中,外力做功  $W$ 。





26. (14分)某兴趣小组利用如图装置制备次氯酸钠和氯酸钾,并对氯酸钾含量进行测定。其中装置C、D中试管分别盛有 KOH 溶液、NaOH 溶液。



(1) 仪器 b 的名称为 \_\_\_\_\_, a 管的作用是 \_\_\_\_\_。

(2) 检查装置气密性的具体操作为 \_\_\_\_\_。

(3) ① 装置 C 水浴温度保持 70~80℃, 写出发生反应的离子方程式: \_\_\_\_\_。

待反应完全后, 通过 \_\_\_\_\_、冰水洗涤、干燥得到氯酸钾粗产品。

② 装置 D 采用冰水浴制备 NaClO, 对比 C 与 D 中反应, 可能得到的结论为 \_\_\_\_\_。

(4) 粗产品中 KClO<sub>3</sub> 含量的测定: 取 m g 粗产品, 溶于水配成 100 mL 溶液。取 25.00 mL 于锥形瓶中, 加入少量稀硫酸后, 加入 V<sub>1</sub> mL c<sub>1</sub> mol/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 标准溶液, 反应完全后, 以二苯胺磺酸钠作指示剂, 利用 c<sub>2</sub> mol/L K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 标准溶液滴定剩余 Fe<sup>2+</sup>, 消耗标准溶液 V<sub>2</sub> mL。

① 试写出 KClO<sub>3</sub> 与 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 反应的离子方程式: \_\_\_\_\_。

② KClO<sub>3</sub> 的纯度为 \_\_\_\_\_ %。(列出计算式) \_\_\_\_\_。

27. (15分)甲烷催化脱氢后偶联成乙烯成为研究的热点。

(1) 已知部分化学键的键能如表:

化学键	C—H	O=O	C=O	H—O(g)
键能(kJ·mol <sup>-1</sup> )	413.4	497.3	803	462.8

又知: H<sub>2</sub>O(l) = H<sub>2</sub>O(g) ΔH = +44 kJ·mol<sup>-1</sup>

① 甲烷燃烧热 ΔH = \_\_\_\_\_。

② 氢气和乙烯的燃烧热 ΔH 分别为 -258.8 kJ·mol<sup>-1</sup> 和 -1 411.5 kJ·mol<sup>-1</sup>。写出甲烷制备乙烯的热化学方程式: \_\_\_\_\_。

(2) 恒容密闭容器中充入 1 mol 甲烷, 发生甲烷催化脱氢偶联反应。

① 下列叙述可作为判断反应已达到平衡状态的标志的是 \_\_\_\_\_。

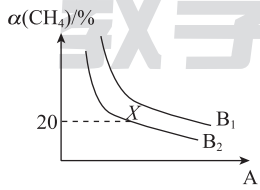
a. v<sub>正</sub>(CH<sub>4</sub>) : v<sub>逆</sub>(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) = 1 : 2

b. 容器中压强不变

c. ΔH 不变

d. 断裂 4 mol C—H 键的同时形成 2 mol H—H 键

② 甲烷平衡转化率随温度压强变化如图所示。



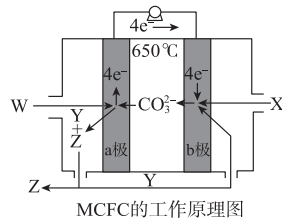
i. 条件 A 是 B<sub>1</sub> \_\_\_\_\_ (填“>”“<”或“=”) B<sub>2</sub>。

ii. 图中 X 点对应的体积为 1 L, 该条件下该反应的平衡常数为 \_\_\_\_\_。

③ 甲烷催化脱氢偶联反应常伴随着甲烷的热分解反应: CH<sub>4</sub>(g) = 2H<sub>2</sub>(g) + C(s) ΔH > 0。为避免热分解反应的发生, 可采用的措施有 \_\_\_\_\_ (写出一条即可)。

(3) 甲烷熔融碳酸盐燃料电池(MCFC)的优点在于工作温度较高, 反应速度加快; 对燃料的纯度

要求相对较低。装置示意图如下:

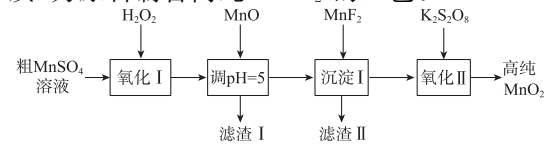


b 极发生的化学反应为 \_\_\_\_\_。Y 物质是 \_\_\_\_\_。

28. (14分)锰酸锂(LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)可作锂离子电池正极材料, 回答下列问题:

(1) 放电时, LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 转化为 Li<sub>2</sub>Mn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 则 Li<sub>2</sub>Mn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 中 Mn 的化合价是 \_\_\_\_\_, 可利用高纯 MnO<sub>2</sub> 与 LiOH 高温锂化制得 LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 写出该过程的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(2) 以工业级硫酸锰(含 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Fe<sup>2+</sup> 等杂质)为原料制备高纯 MnO<sub>2</sub> 的工艺:

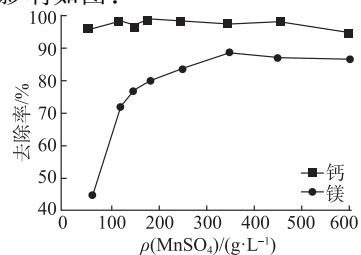


已知: K<sub>sp</sub>(CaF<sub>2</sub>) = 2.70 × 10<sup>-11</sup>, K<sub>sp</sub>(MgF<sub>2</sub>) = 6.5 × 10<sup>-9</sup>, K<sub>sp</sub>[Fe(OH)<sub>3</sub>] = 4.0 × 10<sup>-38</sup>。

① “滤渣 II”为 \_\_\_\_\_, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的作用: \_\_\_\_\_。

② “氧化 II”所发生反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

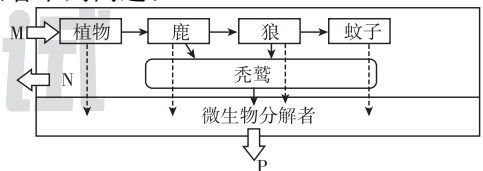
③ 研究表明硫酸锰溶液的密度对 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 去除率的影响如图:



由图可知硫酸锰密度为 \_\_\_\_\_ g·L<sup>-1</sup> 时, 有利于 Ca<sup>2+</sup> 和 Mg<sup>2+</sup> 的去除。

④ 若“沉淀 I”后所得滤液中 c(Mg<sup>2+</sup>) = 10<sup>-4</sup> mol/L, 此时 Ca<sup>2+</sup> 是否沉淀完全(当金属离子浓度小于 10<sup>-5</sup> mol/L 时, 可认为该离子已沉淀完全)? (列式计算) \_\_\_\_\_。

29. (10分)如图表示某生态系统(部分)组成及物质和能量流动情况(秃鹫以动物的尸体为食)。据图回答下列问题:

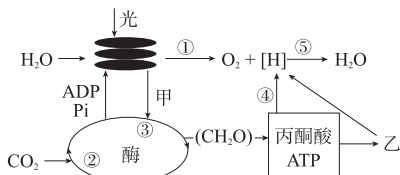


(1) N 表示 \_\_\_\_\_, P 表示 \_\_\_\_\_。

(2) 图中有 \_\_\_\_\_ 条捕食食物链, 依据是 \_\_\_\_\_。

(3) 该生态系统自我调节能力的基础是 \_\_\_\_\_。

30. (9分)如图是绿色植物叶肉细胞内部分代谢过程图解, 其中①~⑤表示生理过程, 甲、乙表示物质。据图回答下列问题:



(1) 在生物膜上发生的生理过程有图中的 (填序号)。如果突然降低  $\text{CO}_2$  的浓度, 短时间内甲物质含量会 (填“增加”“减少”或“不变”)。

(2) 如果叶肉细胞的呼吸速率大于光合速率, 则过程⑤消耗的  $\text{O}_2$  除了来自过程①外, 还来自。图中乙物质是。

(3) 综合题图代谢过程分析大棚蔬菜生产中可采取 等措施来增加蔬菜产量。

31. (8分) 某研究小组选择长势相同的黄瓜幼苗若干株, 平均分为3组。A组将吸有适宜浓度乙烯利的小棉花团放在幼苗的生长点上; B组将吸有适宜浓度赤霉素的小棉花团放在幼苗的生长点上; C组将吸有蒸馏水的小棉花团放在幼苗的生长点上。1个月后, 统计花朵数目并计算雌雄花比例, 同时测量并计算每组的平均株高。数据见表, 回答相关问题:

组别	花朵数目(朵/株)	雌花数/雄花数	平均株高(cm)
A	6.2	1.2	70
B	7.0	0.5	120
C	7.0	0.8	80

(1) 该实验的目的是。  
 (2) 分析数据可知, 适宜浓度的乙烯利可以促进 花的分化, 适宜浓度的赤霉素促进 花的分化, 乙烯利和赤霉素相互 , 共同影响黄瓜花性别分化以及株高。  
 (3) 除(2)表述的内容外, 根据以上实验数据还可以得出的结论有 (写出两条即可)。

32. (12分) 玉米为雌雄同株异花植物。玉米籽粒黄色(Y)对白色(y)为显性, 非甜(T)对甜(t)为显性。将纯合的黄色非甜玉米种子若干先用X射线处理后种植, 得到两株叶片有白斑的植株(植株1和植株2)。研究发现白斑的出现是由R基因突变为r基因所致。让这两植株自交, 分别收集所结玉米籽粒。

(1) 统计植株1上所结的玉米籽粒结果为黄色非甜: 白色非甜 = 3: 1, 则植株1的基因型为 (只考虑控制籽粒颜色和味道的两对基因)。将植株1上收获的玉米籽粒分别种植。结果1/4的幼苗叶片全白色, 2/4的幼苗叶片有白斑, 1/4的幼苗叶片正常, 则其中有白斑植株的基因型为 (只考虑控制叶片有无白斑的一对基因)。进一步统计发现, 叶片全白色的幼苗都是由白色非甜籽粒发育来的, 黄色非甜籽粒发育成的幼苗有2/3叶片有白斑、1/3正常。试分析上述现象产生的原因。  
 (2) 植株2所结的玉米籽粒黄色非甜: 白色非甜: 黄色甜: 白色甜 = 9: 3: 3: 1, 说明控制籽粒颜色和味道的两对基因的遗传遵循。将其中的黄色非甜籽粒种下去, 发育成熟后所有个体自由受粉, 则收获的玉米籽粒的性状及比例为。

(二) 选考题(共45分。请考生从2道物理题、2道化学题、2道生物题中每科任选一题作答。如果多做, 则每学科按所做的第一题计分)

33. [物理—选修3-3](15分)  
 (1) (5分) 用“油膜法估测分子的大小”实验是测

分子直径的方法之一, 某同学按照实验要求进行了如下操作:

① 配制溶液: 取油酸 0.5 mL 注入 200 mL 的容量瓶内, 然后向瓶中加入酒精, 直到液面达到 200 mL 的刻线为止, 摇动瓶使油酸在酒精中充分溶解, 配制好油酸的酒精溶液;

② 测油酸酒精溶液的浓度: 用注射器吸取配制的溶液逐滴滴入量筒, 记录滴入的滴数直到量筒达到 1.5 mL 为止, 恰好共滴了 160 滴;

③ 测油膜的面积: 用稀酒精清洗浅盘, 然后在浅盘内注入蒸馏水, 并将痱子粉均匀撒在水面上, 用注射器取油酸酒精溶液轻轻地在水面滴一滴溶液, 酒精挥发后, 油酸在水面上尽可能地散开, 形成油膜, 测得此油膜面积为  $3.20 \times 10^2 \text{ cm}^2$ ;

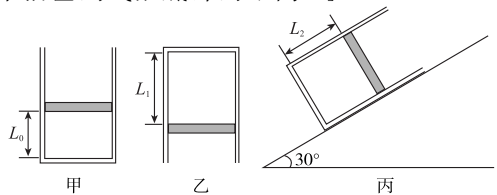
④ 计算油酸分子的直径: 根据上面测得的数据求得  $d_{\text{测}} =$  m; (保留两位有效数字)

⑤ 误差分析: 由于准备不充分, 在准备把一滴该溶液滴到浅盘时, 发现浅盘有污垢, 于是用稀酒精清洗浅盘, 注入蒸馏水, 并将痱子粉均匀撒在水面上, 这一过程花费了 5 分钟; 再用注射器从量筒中取油酸酒精溶液测油膜的面积, 这样测量值与真实值相比 (填“偏大”“偏小”或“不变”); 若实验时, 针头靠近水面太近, 还未滴下溶液, 针头下方的粉层已被排开, 对实验 (填“有”或“没有”) 影响。

(2) (10分) 横截面积为  $S$  的绝热气缸竖直放置如图甲所示, 用质量为  $m$  的光滑活塞封闭一定质量的理想气体。开始时, 气体的长度为  $L_0$ , 温度为  $T_0$ 。已知大气压强为  $p_0$ , 重力加速度为  $g$ , 气缸足够长, 变化过程中不漏气。

(i) 若将气缸缓慢转动, 并同时温度变为  $1.2T_0$ , 直到开口向下竖直放置稳定(图乙), 求活塞到气缸底部的距离  $L_1$ ;

(ii) 若保持气体的温度为  $T_0$  不变, 将气缸(开口向上)放在倾角为  $30^\circ$  的光滑斜面上(图丙), 求下滑过程中活塞到气缸底部的距离  $L_2$ 。



34. [物理—选修3-4](15分)

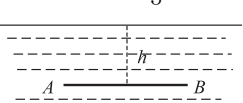
(1) (5分) 一列简谐横波沿  $x$  轴正方向传播,  $t=0$  时刻波刚好传到  $M$  点, 波形如图中的实线所示;  $t=0.3 \text{ s}$  时刻, 波刚好传到  $N$  点, 波形如图中的虚线所示, 则。

A. 这列波的波速为 25 m/s  
 B. 这列波的周期为 0.6 s  
 C. 质点  $c$  在  $0 \sim 0.3 \text{ s}$  内通过的路程一定等于 24 cm  
 D.  $t=0$  时刻, 质点  $b$  向  $y$  轴负方向振动

(2) (10分) 如图所示, 与水面平行的单色细灯管  $AB$  在水面下方  $h = \frac{\sqrt{7}}{6} \text{ m}$  处, 灯管长度  $L = 1.2 \text{ m}$ 。已知水对此单色光的折射率  $n = \frac{4}{3}$ 。

(i) 求水面上有光线射出的区域面积  $S$ 。

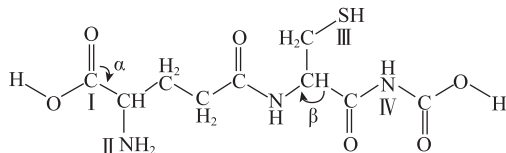
(ii) 若灯管  $A$  端位置不变,  $B$  端向下移动一小段距离, 水面上有光线射出的区域面积  $S$  变大



还是变小?请大致画出水面上有光线射出的区域的形状,定性说明即可。

35. [化学—物质结构与性质](15分)

谷胱甘肽(GSH)是几乎存在于每一个细胞的含硫寡肽。它具有超强的清除体内自由基、重金属离子的能力,保护体内细胞不被氧化损伤,延缓衰老和抗疲劳,甚至有抗癌的功效。其分子结构如图:



(1)基态S原子价层电子的轨道排布图为\_\_\_\_\_，它电子占据最高能级的电子云轮廓图为\_\_\_\_\_形。

(2)GSH分子中第二周期元素第一电离能由小到大依次为\_\_\_\_\_。

(3)1 mol GSH分子中含有 $\pi$ 键的数目为\_\_\_\_\_。键角 $\alpha$ \_\_\_\_\_ (填“<”“>”或“=”)  $\beta$ ,理由是\_\_\_\_\_。

(4)①GSH分子结构中标有“Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ”编号的四个原子中,采用 $sp^3$ 杂化的原子为\_\_\_\_\_ (填编号,下同)。价层电子对数是3的原子为\_\_\_\_\_。

②编号Ⅱ和Ⅳ的氮原子在形成配合物时,更容易给出电子的是\_\_\_\_\_。

(5)GSH溶液在 $pH=5.93$ 时析出无色透明细长拉粒状晶体。对该晶体进行了如下研究:

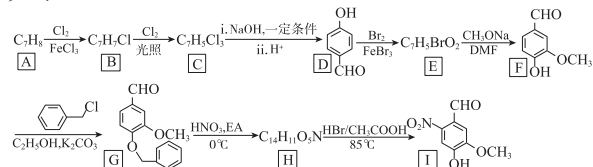
①测定熔点时发现,在加热至 $189\sim 193^\circ C$ 时晶体熔化且分解,该过程中破坏的作用力为\_\_\_\_\_。

a. 范德华力 b. 氢键 c. 离子键 d. 共价键

②经过精确实验测定,GSH的晶体密度为 $\rho g \cdot cm^{-3}$ ,其立方晶胞参数为 $a nm$ 。晶胞中含有 $Z$ 个分子,相对分子质量为 $M$ ,则 $Z$ 的计算表达式为\_\_\_\_\_。

36. [化学—有机化学基础](15分)

I是一种药物光控缓释材料,其中一种合成工艺如下:



已知:通常在同一个碳原子上连有两个羟基不稳定,易脱水形成羰基。

(1)B的名称为\_\_\_\_\_,F的官能团名称为\_\_\_\_\_。

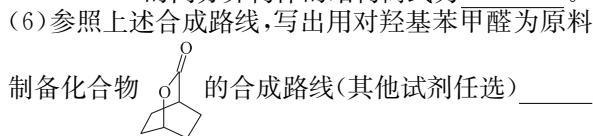
(2)I的分子式为\_\_\_\_\_。

(3) $F \rightarrow G$ 的反应类型为\_\_\_\_\_,该反应的目的是\_\_\_\_\_。

(4)写出C与NaOH溶液反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。

(5)M是F的同分异构体,其中能发生银镜反应且能水解的M有\_\_\_\_\_种,其中核磁共振氢谱显示有4种不同化学环境的氢,峰面积之比 $3:2:2:1$ 的同分异构体的结构简式为\_\_\_\_\_。

(6)参照上述合成路线,写出用对羟基苯甲醛为原料



37. [生物—生物技术实践](15分)

壳聚糖是由D-氨基葡萄糖聚合形成的多糖,不

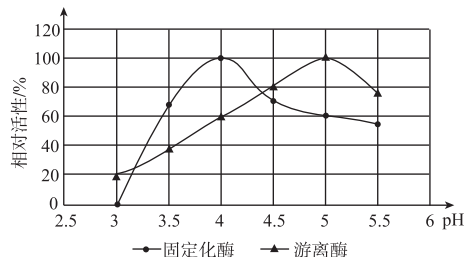
能被机体利用。壳聚糖降解后形成的壳寡糖易被机体吸收,且具有抗癌抑菌作用,在工农业中应用广泛。回答以下问题:

(1)壳聚糖酶可以有效促进壳聚糖降解形成壳寡糖,该酶的作用机理为\_\_\_\_\_。

(2)自然界存在很多能够产生壳聚糖酶的细菌,现已知含壳聚糖的平板培养基为非透明状,壳聚糖被分解后平板培养基变透明。某同学要从土壤中分离出产壳聚糖酶的细菌,他首先称取5 g土壤置于100 mL无菌水,并充分混匀后对悬液进行梯度稀释。将稀释液涂布到以\_\_\_\_\_为唯一碳源的平板培养基上进行培养,挑取\_\_\_\_\_的单菌落进行扩大培养。之后,还需对初选的细菌做进一步的筛选。

(3)为了使壳聚糖酶能够被反复利用,可制备固定化壳聚糖酶。常用来制作固定化酶的方法有\_\_\_\_\_ (写出两条即可)等。

(4)如图是某研究小组用0.2 g固定化壳聚糖酶与5 mL壳聚糖酶溶液(所含酶量相同),在不同pH下测定的酶活性。

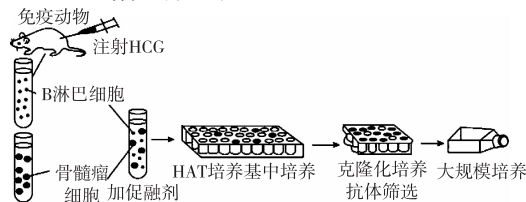


①在该研究中应注意的无关变量有\_\_\_\_\_ (写出两条即可)。在该反应体系中酶活性可以用\_\_\_\_\_表示。

②壳聚糖酶固定化后最适pH向\_\_\_\_\_ (填“碱性”或“酸性”)偏移,随着酸性增强\_\_\_\_\_更易失活。

38. [生物—现代生物科技专题](15分)

人绒毛膜促性腺激素(HCG)是女性怀孕后产生的一种蛋白质,制备抗HCG单克隆抗体可用于早孕的诊断。如图是抗HCG单克隆抗体制备流程图,请分析回答:



(1)细胞融合技术突破了有性杂交方法的局限,使\_\_\_\_\_成为可能,特别是利用细胞融合技术发展起来的\_\_\_\_\_技术,为制造单克隆抗体开辟了新途径。

(2)给小鼠注射HCG,一段时间后,小鼠体内产生了\_\_\_\_\_反应,从小鼠的脾脏细胞中检测到\_\_\_\_\_,这说明在小鼠的脾细胞中形成了相应的\_\_\_\_\_。

(3)在HAT培养基上,未融合的亲本细胞和\_\_\_\_\_细胞都会死亡,只有融合的\_\_\_\_\_细胞才能生长。

(4)图中克隆化培养抗体筛选,利用\_\_\_\_\_原理进行检测,获得能产生大量抗HCG抗体的杂交瘤细胞。