

理科综合能力测试

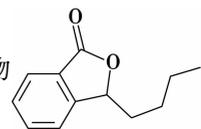
注意事项:

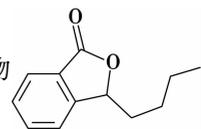
1. 答题前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
 2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑,如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效。
 3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。
- 可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 O 16 Na 23

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。

1. 下列关于大肠杆菌、衣藻和酵母菌的叙述,正确的是 ()
 - A. 这三种生物主要的遗传物质都是 DNA
 - B. 三者细胞内都具有复杂的生物膜系统,有利于细胞代谢有序进行
 - C. 细胞呼吸过程中产生的[H]都是还原型辅酶 I
 - D. 在细胞分裂的过程中都能观察到核仁的消失和重建
2. ATP 发光法常用于检测食品中的微生物。将提取到的微生物 ATP 制成溶液,加入萤火虫荧光素酶,荧光素酶催化每分子 ATP 水解释放 2 个磷酸基团,并将化学能转化为光能,再通过光能的大小测定样品中的 ATP 浓度,推算活菌数。下列叙述错误的是 ()
 - A. 从待测样品中提取 ATP 时须将 ATP 水解酶灭活
 - B. 荧光素酶催化 ATP 水解的产物中含有 ADP
 - C. 该实验通常会受到来自微生物以外的 ATP 的干扰
 - D. 该实验的光能来自 ATP 分子的两个高能磷酸键中的化学能
3. 基因在转录形成 mRNA 时,有时会形成难以分离的 DNA-RNA 杂交区段,这种结构会影响 DNA 复制、转录和基因的稳定。下列说法错误的是 ()
 - A. DNA 复制过程需要的原料是脱氧核苷酸,而转录过程需要的原料是核糖核苷酸
 - B. DNA-RNA 杂交区段最多存在 8 种碱基、8 种核苷酸
 - C. mRNA 难以从 DNA 上分离可能跟 G-C 碱基对所占比例较高有关
 - D. DNA-RNA 杂交区段的形成对蛋白质的合成过程具有一定的影响
4. 下列有关生物变异和进化的叙述,错误的是 ()
 - A. 基因突变一定会引起基因结构和基因中遗传信息的改变
 - B. 基因突变和染色体变异可能导致人类遗传病的出现
 - C. 自然状态下,不同物种之间不能通过相互交配产生可育后代
 - D. 用二倍体西瓜给四倍体西瓜授粉,则四倍体植株上结出的西瓜是无籽西瓜
5. 肿瘤细胞能够躲避免疫细胞的监控,肿瘤细胞表面的蛋白(PD-L1)能与 T 细胞表面的受体(PD1)结合,从而抑制 T 细胞的生长,诱导 T 细胞裂解死亡而不引起炎症反应。下列分析不正确的是 ()
 - A. 免疫系统具有清除机体内癌变细胞的功能
 - B. T 细胞增殖分化形成效应 T 细胞不需要抗原的刺激
 - C. 阻断 PD-L1 与 PD1 接触有利于肿瘤细胞的清除
 - D. 肿瘤细胞诱导 T 细胞的裂解死亡与细胞凋亡密切相关

6. 下列关于人工生态系统的叙述,错误的是 ()
 - A. 人工生态系统能否持续发展,人作为生产者起着决定性作用
 - B. 农作物在农田中均匀分布,可采用样方法调查农作物的种群密度
 - C. 一般情况下,农田生态系统的物种丰富度较低,营养结构较简单
 - D. 农田生态系统中,除虫、除草有利于农作物的生长,但会降低生物多样性
7. 化学与生活密切相关。下列叙述正确的是 ()
 - A. 粮食中的淀粉一经发生水解反应就可成酒
 - B. 月饼包装袋中加入无水氯化钙防止食品被氧化
 - C. 在公共场所喷洒“84”消毒液稀释液进行环境消毒
 - D. 若测得某次降雨的 pH 为 6,则说明其为酸雨



8. 某有机物  是我国自主研发的一类新药,全球第一个以“缺血性脑卒中治疗”为主要适应症的全新化学药物。下列关于该有机物的说法正确的是 ()
 - A. 该有机物不能发生加成反应
 - B. 有机物中的所有碳原子一定在同一平面上
 - C. 该有机物含有两种官能团
 - D. 该有机物含有 5 个饱和碳原子
9. 下列过程的离子方程式正确的是 ()
 - A. 用足量氨水吸收二氧化硫尾气: $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 - B. 少量 SO_2 与 KClO 溶液反应: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{ClO}^- = \text{SO}_3^{2-} + 2\text{HClO}$
 - C. 向次氯酸钙溶液中通入少量的 CO_2 : $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{HCO}_3^- + \text{HClO}$
 - D. 海水提溴中用 SO_2 水溶液富集溴: $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Br}^-$

10. 《Science》杂志报道了我国科学家王浩天教授团队发明的制取 H_2O_2 的绿色方法,原理如图 1 所示。下列说法正确的是 ()
 - A. a 极的电势比 b 极的电势高
 - B. 该制取 H_2O_2 的绿色方法能将全部化学能转化为电能
 - C. b 电极反应式为 $\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 2\text{e}^- = \text{HO}_2^- + \text{OH}^-$
 - D. X 膜、Y 膜分别是阴离子交换膜和阳离子交换膜

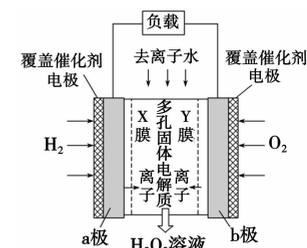


图 1

11. N_A 为阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是 ()
 - A. 室温下, pH 为 13 的 NaOH 溶液中 OH^- 数目为 $0.1 N_A$
 - B. 1 L $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液中 O-H 键数目为 $2.5 N_A$
 - C. 1 L $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4NO_3 溶液中含 N 粒子数为 N_A
 - D. 标准状况下, 1 个 O_2 分子的体积约为 $\frac{2.24 \times 10^4}{N_A} \text{ cm}^3$
12. X、Y、Z、R、W 为原子序数依次增大的短周期元素,Z、W 为同族元素,R 的原子半径是同周期主族元素中最大的。其中,X、Y、Z、W 形成的化合物可表示为 $[\text{YX}_4]^+ [\text{XWZ}_4]^-$ 。下列说法错误的是 ()
 - A. Y、Z 形成的化合物 YZ_2 是酸性氧化物
 - B. 简单离子半径 $\text{W} > \text{Z} > \text{R}$
 - C. X、Y 形成的化合物 Y_2X_4 是共价化合物
 - D. 简单氢化物的稳定性 W 小于 Z

13. 下列方案设计、现象和结论都正确的是

选项	实验目的	方案设计	现象和结论
A	探究 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 对 H_2O_2 分解的催化作用	在 a、b 两支试管中分别加入 2 mL 5% H_2O_2 溶液, 再分别滴入 2 mol · L ⁻¹ FeCl_3 溶液、3 mol · L ⁻¹ CuCl_2 溶液各 1 mL, a 中冒出气泡速率快	催化作用: $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$
B	比较 CH_3COOH 和 HF 的酸性强弱	相同条件下, 分别用 pH 试纸测定 0.1 mol · L ⁻¹ $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液、0.1 mol · L ⁻¹ NaF 溶液的 pH	NaF 溶液的 pH > $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液的 pH, 证明 CH_3COOH 的酸性比 HF 的酸性强
C	比较氢氧化铜和氢氧化镁 K_{sp} 的大小	向浓度均为 0.1 mol · L ⁻¹ 的 MgCl_2 、 CuCl_2 混合溶液中逐滴加入 NaOH 溶液	先出现蓝色沉淀, $K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2] < K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$
D	验证 SO_2 具有漂白性	将 SO_2 通入紫色石蕊溶液中	溶液先变红后褪色

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. 科学家常常用高速粒子轰击原子核得到新的粒子, 比如用中子轰击锂核 ${}^6_3\text{Li}$ 可以得到氦核 ${}^4_2\text{He}$ 并产生一个新核 X, 则
- A. 该核反应为 α 衰变
 B. X 为 ${}^3_2\text{He}$
 C. X 与 ${}^3_1\text{H}$ 的中子数相同
 D. 中子与锂核 ${}^6_3\text{Li}$ 的质量之和等于氦核 ${}^4_2\text{He}$ 与 X 的质量之和

15. 一物体沿直线运动, 其位置坐标 x 随时间 t 变化的图像为抛物线的一部分, 如图 2 所示。下列说法中正确的是

- A. 物体在 3 s 末和 6 s 末的速度方向相反
 B. 物体前 6 s 的平均速度大小为 $\frac{1}{3}\text{m/s}$
 C. 物体运动的加速度大小为 $\frac{8}{9}\text{m/s}^2$
 D. 物体运动的初速度大小为 $\frac{1}{3}\text{m/s}$

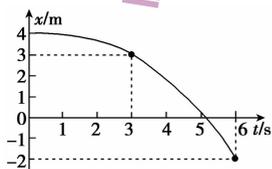


图 2

16. 如图 3 所示, 倾角为 α 的斜面静止在粗糙水平地面上, 可视为质点的物块恰能沿斜面匀速下滑, 若物块在下滑过程中对物块施加一个恒力 F , 则下列说法正确的是

- A. 若 F 垂直斜面向下, 斜面将受到地面水平向左的摩擦力
 B. 若 F 沿斜面向下, 斜面将受到地面水平向右的摩擦力
 C. 若 F 竖直向下, 物块将沿斜面加速下滑
 D. 物块受到斜面的支持力和摩擦力的合力方向不变

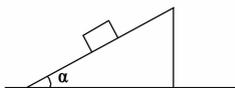


图 3

17. 如图 4 所示, 在 $x = -2r_0$ 和 $x = 2r_0$ 的 a、b 两处分别固定着电量不等的点电荷, 其中 a 处点电荷的电量为 $+q$, c、d 两点的坐标分别为 $-r_0$ 与 r_0 。a、b 连线上各点的电势 φ 与位置 x 之间的关系如图所示(取无穷远处为电势零点), 图中 $x = -r_0$ 处为图线的最低点。则

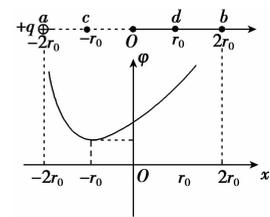


图 4

- A. b 处为正电荷且电荷量小于 q
 B. 在 c 点由静止释放一个正电荷, 它将保持静止
 C. 在 d 点由静止释放一个正电荷, 它将在 c、d 之间做往复运动
 D. 取一个带正电荷的检验电荷, 它在 c 点的电势能大于在 d 点的电势能

18. 我国的“天琴计划”实验将由三颗卫星组成一个等边三角形阵列, 通过惯性传感器、激光干涉测距等系列核心技术, “感知”来自宇宙的引力波信号, 探索宇宙的秘密。在“天琴一号”的基础上, “天琴二号”将在 2025 年前后发射, 它在距离地球表面高度为 400 m 的圆形轨道上绕地球运行, 已知地球半径为 6400 km, 地球表面的重力加速度为 10m/s^2 , 引力常量未知, 则

- A. “天琴二号”卫星运行的速度大于第一宇宙速度
 B. 利用以上数据可以求得“天琴二号”的运行周期
 C. 利用以上数据可求得地球的质量
 D. 利用以上数据可以求得“天琴二号”的动能

19. 理发店里用的某型号大功率电吹风电路图如图 5 所示, A、B、C、D 为四个固定触点。转换开关为可动的扇形金属触片, 可同时接触两个触点, 触片处于不同位置时, 电吹风可处于停机、吹热风 and 吹冷风三种状态。该电吹风插头接在 220 V 的交流电插座上, 吹热风时输入功率为 1200 W, 吹冷风时输入功率为 100 W。小风扇额定电压为 50 V, 输出功率为 92 W。则

- A. 触片位于 BC 之间时吹冷风
 B. 小风扇的内阻是 $25\ \Omega$
 C. 吹冷风时通过插头的电流为 2 A
 D. 变压器原、副线圈的匝数比为 22 : 5

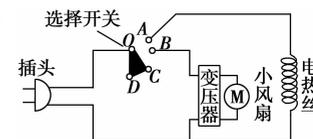


图 5

20. 如图 6 所示, 圆形区域内有垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B 。电荷量相同带电粒子 a、b, 以相同的速率从 M 点沿直径 MN 射入磁场。之后, a、b 分别从 PQ 两点射出磁场, 且 $\angle NOP = \angle POQ = \angle QOM$ 。不考虑粒子间的相互作用, 则

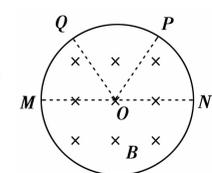


图 6

- A. a、b 两粒子在磁场中运动的时间之比为 1 : 2
 B. a、b 两个粒子在磁场中运动半径之比为 3 : 1
 C. 仅将磁感应强度变为 $3B$, a 在磁场中运动的时间将变为原来的 2 倍
 D. 仅将磁感应强度变为 $\frac{B}{3}$, b 在磁场中运动的时间将变为原来的 $\frac{3}{2}$ 倍

21. 如图7所示,一弹性轻绳下端固定在A点,其弹力与其伸长量成正比,自然长度等于AB的长度。弹性绳跨过光滑的定滑轮连接一个质量 $m = 1 \text{ kg}$ 的小球,小球穿过水平固定的杆,A、B、C三点在一条竖直线上,在C点给小球水平向右的初速度 $v_0 = 4 \text{ m/s}$,当滑到D点时速度恰好为零,已知C、D两点间的距离为 $L = 1.2 \text{ m}$,小球在C点受到杆的弹力是其重力的2倍,小球与杆之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.25$,弹性绳始终处在弹性限度内,重力加速度 g 取 10 m/s^2 。下列说法正确的是 ()

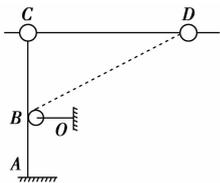


图7

- A. 小球从C到D过程中摩擦力逐渐变大
- B. 小球从C到D弹性绳的弹性势能增加5 J
- C. 若使小球能从D点回到C点,在D点至少给小球4 J的初动能
- D. 若换成质量变为 $2m$ 的小球,仍在C点给小球水平向右 $v_0 = 4 \text{ m/s}$ 的初速度,小球仍能到达D点

三、非选择题:共174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. (5分) 某同学利用图8甲所示装置测量物块与水平桌面间的动摩擦因数。细线一端与质量为 M 的物块相连,另一端跨过定滑轮与质量为 m 的重物相连,调节滑轮高度使桌面上方细线水平。将物块从A点由静止释放,光电计时器记录遮光条经过光电门时的挡光时间 t ,测出物块由A点到光电门位置B的距离 x 。改变光电门的位置B,使物块仍从A点由静止释放,重复上述实验,得到多组 t 与 x 数据。实验过程中物块通过光电门时重物未落地,认为绳的拉力等于重物的重力,已知重力加速度为 g 。

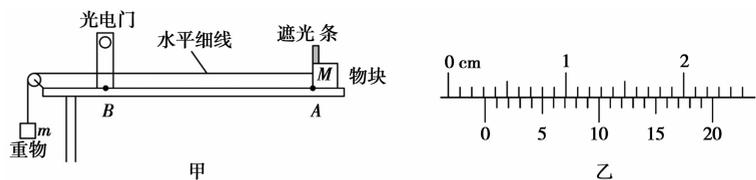


图8

- (1) 用游标卡尺测量遮光条的宽度 d 如图8乙所示,则 $d =$ _____ mm;
- (2) 通过处理数据,做出 $\frac{1}{t^2} - x$ 图线,得到一条过坐标原点的直线,若测得直线的斜率为 k ,则物块与水平桌面间的动摩擦因数 $\mu =$ _____ (用题目中已知的符号表示)。
- (3) 为了减小实验误差,应使物块运动的加速度 _____ (选填“大一点”或“小一点”)。位置B应离位置A _____ (选填“远一点”或“近一点”)。

23. (10分) 实验室内有一批量程为3 V的电压表,但是内阻未知,某同学找来以下实验器材测量电压表的内阻。

- A. 待测电压表V(量程为3 V)
- B. 滑动变阻器 R_1 (最大阻值为10 Ω)
- C. 滑动变阻器 R_2 (最大阻值为5 k Ω)
- D. 电阻箱 $R(0 \sim 9999 \Omega)$
- E. 电源(电动势约6 V,内阻约1 Ω)
- F. 开关两个、导线若干

回答下列问题:

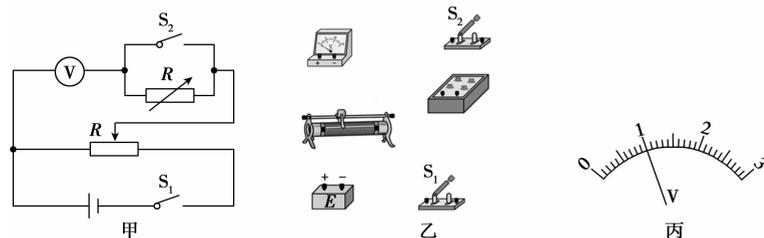


图9

- (1) 用如图9甲所示的电路进行测量,应选用的滑动变阻器为 _____ (选填“ R_1 ”或“ R_2 ”);根据原理图所示电路在图9乙中将实物图连线。
- (2) 连好电路后,开关 S_1 闭合前,滑动变阻器的触头要滑到 _____ 端(选填“左”或“右”)。
- (3) 闭合开关 S_1 、 S_2 ,调节滑动变阻器,使电压表指针指到满偏刻度。保持滑动变阻器的位置不变,断开开关 S_2 ,调节电阻箱,当电阻箱的阻值 $R = 7 \text{ k}\Omega$ 时,电压表的示数如图9丙所示,其读数为 _____,则电压表的内阻值为 _____ k Ω 。
- (4) 电压表的测量值与真实值相比 _____ (选填“偏大”“相等”或“偏小”)。

24. (12分) 如图10所示,装置的中间是水平传送带,它与两边的台面等高,并能平滑对接。传送带左边是光滑且足够长的水平面,一轻质弹簧左端固定,右端与质量 $m = 2.0 \text{ kg}$ 的物块接触但不拴接。传送带以 $v = 3.0 \text{ m/s}$ 速度逆时针匀速转动。传送带的右边是位于竖直平面内的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧轨道,轨道半径 $R = 1.25 \text{ m}$ 。已知物块与传送带之间的动摩擦因数 $\mu = 0.3$,传送带两轴之间的距离 $L = 4 \text{ m}$ 。将物块压缩弹簧到A点并由静止释放,物块恰好能到达圆弧轨道的最高点B。取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 求:

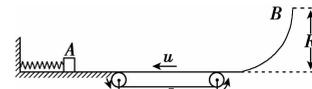


图10

- (1) 物块对圆弧轨道最低点的压力和物块释放前弹簧的弹性势能;
- (2) 物块由A到B过程中,物块与传送带间摩擦产生的热量;
- (3) 物块再次压缩弹簧时弹簧的最大弹性势能。

25. (20分) 如图11甲所示,在水平面 xoy 内固定放置着电阻不计的平行金属导轨,其间距为 $L = 0.4 \text{ m}$,导轨间连接有阻值为 $R = 0.3 \Omega$ 的电阻,电阻两端连接电压传感器,传感器连接电脑可显示出电压随时间的变化关系。在 $x < 0$ 区域存在匀强磁场,磁感应强度为 $B_0 = 0.5 \text{ T}$,在 $x \geq 0$ 区域,磁感应强度随 x 变化关系为 $B = (0.5 + 0.5x) \text{ T}$,磁场方向均垂直导轨平面向下。一根质量 $m = 1 \text{ kg}$ 、电阻 $r = 0.1 \Omega$ 的金属棒置于导轨上,并与导轨垂直。棒在外力作用下由负半轴某位置从静止开始沿导轨向右运动,并由此刻开始计时, $t_1 = 1 \text{ s}$ 时恰好运动到 $x = 0$ 处,并在外力作用下继续往 x 轴正半轴运动,整个过程中的电压随时间变化的波形如图11乙所示, $0 \sim 1 \text{ s}$ 时间内的波形为正弦曲线的 $\frac{1}{4}$,示数最大值为 0.6 V ,1 s后示数恒为 0.6 V 。求:

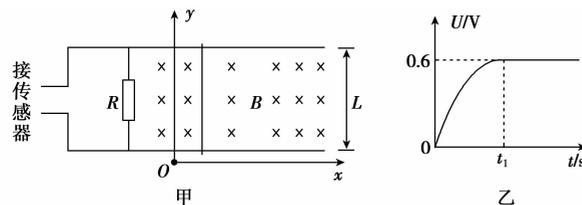


图11

- (1) 金属棒整个运动过程中的最大速度;
- (2) 金属棒从开始运动到 $x = 0$ 过程中电阻 R 上产生的热量;
- (3) 金属棒从开始运动到 $x = 4 \text{ m}$ 过程中外力做功的平均功率。

26. (14分) 金属钒是具有战略意义的稀有金属, 应用领域十分广泛, 如钒能被用于生产可充电氢蓄电池或钒氧化还原蓄电池等。采用以下流程可由黏土钒矿制备 V_2O_5 、 Fe_2O_3 和硫酸铝铵。黏土钒矿中主要含有 V_2O_3 、 VO_2 、 V_2O_5 , 还包括 SiO_2 、 Fe_2O_3 、和铝硅酸盐 ($Al_2O_3 \cdot SiO_2$) 等。

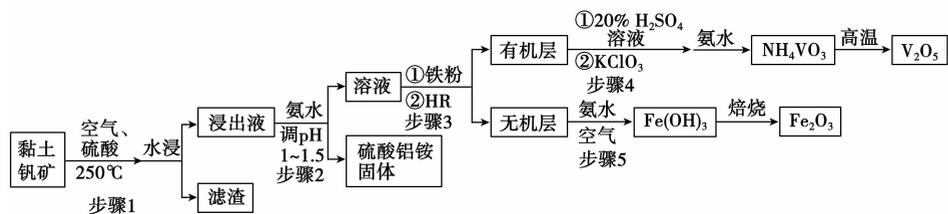


图 12

已知: i. 有机酸性萃取剂 HR 的萃取原理为: $M^{n+}(aq) + nHR(org) \rightleftharpoons MR_n(org) + nH^+(aq)$, org 表示有机溶液

ii. 酸性溶液中, HR 对 +4 价钒萃取能力强, 而对 +5 价钒的萃取能力较弱

iii. HR 能萃取 Fe^{3+} 而不能萃取 Fe^{2+}

回答下列问题:

(1) 步骤 1 中钒元素全部转化为 VO_2^+ , 其中 VO_2 转化的化学方程式是_____。

(2) 步骤 2 中要加入乙醇, 目的是_____, 调节溶液 pH 在 1~1.5 范围的目的是_____。

(3) $NH_4Al(SO_4)_2$ 是食品加工中最为快捷的食品添加剂, NH_4HSO_4 在分析试剂、医药、电子工业中用途广泛。相同条件下, pH 相同的 $NH_4Al(SO_4)_2$ 中 $c(NH_4^+)$ _____ (填“=”、“>”或“<”) NH_4HSO_4 中 $c(NH_4^+)$ 。

(4) 步骤 3 中加入铁粉的作用是将 +5 价钒转化为 +4 价钒和_____。

(5) 步骤 4 中加入稀硫酸的作用是反萃取, 将有机层中的 VO^{2+} 转移到水层中, 原理是_____ (从平衡的角度回答)。

(6) 步骤 4 中加入 $KClO_3$ 将 VO^{2+} 变为 VO_2^+ , 参加反应的 $KClO_3$ 为 0.5 mol, 生成 VO_2^+ 物质的量是_____。

(7) 步骤 5 中转化为 $Fe(OH)_3$ 的离子方程式是_____。

27. (14分) 某实验小组探究 SO_2 性质并制取 $Na_2S_2O_5$, 装置如图 13 所示。

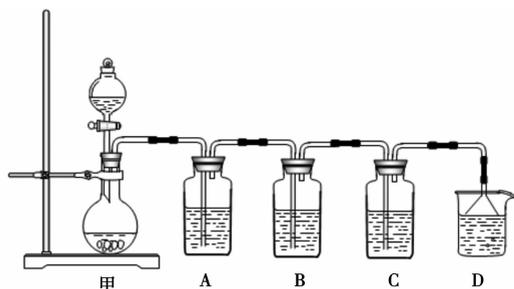


图 13

已知 A 中是蒸馏水, B 中是 $Ba(NO_3)_2$ 溶液, C 中是饱和 Na_2CO_3 溶液。

回答下列问题:

(1) 甲中烧瓶中的固体可以是_____。

(2) 实验过程 B 中产生白色沉淀。为了探究白色沉淀的成分, 将 B 中沉淀过滤, 下一步的操作和现象是_____, 证明是硫酸钡。

(3) 为了探究生成硫酸钡的原因, 乙同学推测可能的原因是:

① 由于装置中空气的作用;

② 由于 NO_3^- 的作用; ③ 由于甲中挥发出来的酸雾中含有 SO_4^{2-} 。丙同学同意乙同学推测中的①、②观点, 否定③观点。丙同学否定③的理由是_____。

(4) 向 C 中溶液持续通入 SO_2 至 pH=4.1, 此时制得饱和 $NaHSO_3$ 溶液, C 中反应的化学方程式是_____; 将 C 中的溶液结晶脱水制得 $Na_2S_2O_5$, 制得的粗 $Na_2S_2O_5$ 产品中可能含有 Na_2SO_4 , 产生 Na_2SO_4 的原因是_____, $Na_2S_2O_5$ 是无色易溶于水的晶体, 在 20 °C 和 70 °C 时的溶解度分别为 60.0 g 和 212 g, 进一步提纯粗品 $Na_2S_2O_5$ 固体的方法是_____。

(5) 通过实验探究二氧化硫具有强的还原性。若将足量的 SO_2 通入 $FeCl_3$ 和 $BaCl_2$ 混合溶液中, 预测实验现象是_____。

28. (15分) CO_2 转化可减少 CO_2 排放并实现资源利用。 CO_2 催化氧化乙烷制乙烯的主要反应有(副反应: 乙烷分解生成碳等其他物质):

①: $C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)$; ②: $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$

反应的能量变化如图 14 所示。回答下列问题:

(1) $C_2H_6 + CO_2(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + CO(g) + H_2O(g)$ 反应的 $\Delta H =$ _____。

(2) 相同条件下, 反应②比反应①的速率小, 原因是_____。

(3) 其他条件不变, 适当增加投料比 $n(CO_2) : n(C_2H_6)$, C_2H_6 的平衡转化率_____ (填写“增大”、“减小”、“不变”), 理由是_____。

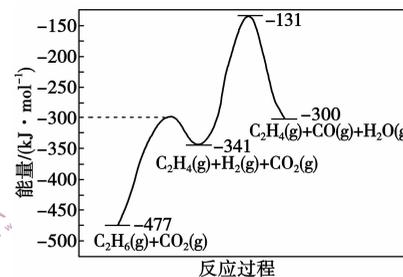


图 14

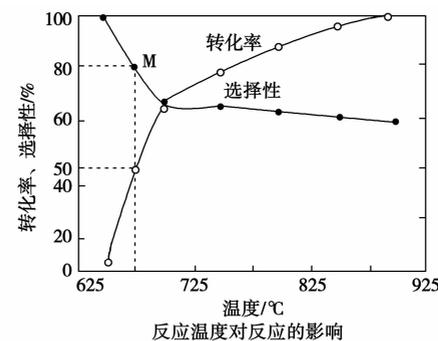


图 15

(4) 容器体积为 1 L, 控制 C_2H_6 和 CO_2 的初始投料量为 2 mol 和 3 mol, 乙烷的平衡转化率、乙烯的选择性与温度的关系如图 15 所示。

已知: 乙烯的选择性为转化的乙烷中生成乙烯的百分比。

① 随着温度的升高乙烯的选择性下降的主要原因是_____;

② M 点反应 $C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)$ 生成乙烯的物质的量是_____。

(5) CO_2 加氢可合成乙醇, 反应为 $2CO_2(g) + 6H_2(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g) + 3H_2O(g)$ 。保持体系压强为 5 MPa, 投入一定量的 CO_2 和 H_2 发生上述反应, CO_2 的平衡转化率与温度、投料 m [$m = n(H_2)/n(CO_2)$] 的关系如图 16 所示。

① 图 16 中, 投料比越大, CO_2 平衡转化率越大的原因为_____。

② 图 16 中, 若 $m_1 = 3$, 则 A 点时 H_2 的平衡分压 $p(H_2) =$ _____ MPa; 在该温度下, 反应的标准平衡常数 $K^\ominus =$ _____ (列出计算式, 不必化简)。(对于反应 $dD(g) + eE(g) \rightleftharpoons gG(g) + hH(g)$, $K^\ominus =$

$$\frac{(p_G/p^\ominus)^g \cdot (p_H/p^\ominus)^h}{(p_D/p^\ominus)^d \cdot (p_E/p^\ominus)^e}$$

其中 $p^\ominus = 100 \text{ kPa}$, p_G 、 p_H 、 p_D 、 p_E 为各组分的平衡分压, 分压 = 总压 \times 该组分物质的量分数)

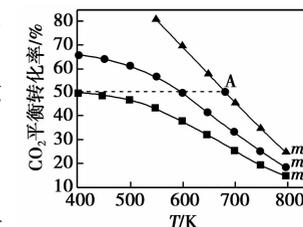


图 16

29. (10分)某研究小组为探究光照强度对紫金牛植株净光合速率的影响,选择生长发育状况相同的植株,用遮阳网搭建荫棚控制透光率,并使透光率分别为15%、45%及全光照(透光率100%),实验结果如图17所示。请回答问题:

(1)植物的净光合速率通常可用单位时间内_____来表示。据图分析,紫金牛属于_____ (填“阳生”或“阴生”)植物。

(2)在12:00时,全光照条件下紫金牛净光合速率明显减小的原因是_____;在15:00~17:00时间段内净光合速率逐渐下降,主要受_____的影响。

(3)若要探究温度对紫金牛净光合速率的影响,则最好在透光率为_____的条件下进行实验。

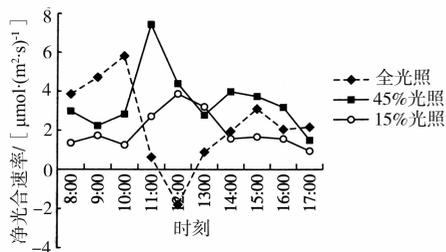


图17

30. (9分)在低温环境中靶细胞对胰岛素较为敏感。为验证上述结论,某小组取两天不喂食的小鼠并分为甲、乙两组,其中甲组小鼠冷处理,乙组小鼠作为对照。将等量的一定浓度的胰岛素溶液注射到两组小鼠体内,小鼠出现萎靡,一段时间后再注射适量的一定浓度的葡萄糖溶液,观察小鼠恢复的情况。请回答问题:

(1)低温刺激会引起小鼠皮肤_____产生兴奋,经神经中枢处理后神经末梢释放_____,引起皮肤血管收缩,以减少散热;同时引起_____ (激素)分泌增加,机体代谢加快、产热增多。

(2)向两组小鼠注射胰岛素溶液后,小鼠体内血糖浓度水平是甲组_____ (填“大于”、“等于”或“小于”)乙组。在对小鼠注射葡萄糖溶液前先注射胰岛素能抑制_____的合成和分泌,从而抑制体内血糖的生成。

(3)预期甲组小鼠恢复正常所需的时间比乙组小鼠恢复正常所需的时间要_____,则能验证上述结论。

31. (8分)城市湖泊作为重要的城市水体形态和财富资源,其功能主要体现在旅游、娱乐、调节气候和改善城市生态环境等方面。请回答问题:

(1)城市湖泊生态系统的结构包括_____。

(2)城市排放的生活污水会给湖泊造成一定的污染,一段时间后,水质又会恢复正常,这说明城市湖泊生态系统具有_____能力;湖泊既可供人们旅游、娱乐,又可调节气候,改善城市生态环境,这体现了生物多样性的_____价值。

(3)某城市湖泊中生活有鲤鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼和青鱼等,这些鱼类生活的水层存在一定差异,体现了群落的_____结构,这种分层分布的意义是_____。青鱼食性比较单纯,以软体动物螺等为主要食物,螺同化的能量除了能流向青鱼等天敌外,还有哪些流向?

32. (12分)某雌雄异株的二倍体植物中,雄株叶片有羽状深裂和羽状浅裂两种类型,雌株叶片都表现为羽状浅裂,已知该叶形由一对等位基因(Y、y)控制,用该种植物进行杂交实验,如图18所示。请回答问题:

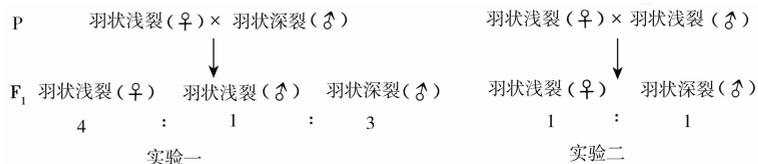


图18

(1)该植物的叶形性状中,属于显性性状的是_____。该植株的群体中,雌株的基因型共有_____种。

(2)实验一的F₁雌株中基因型与实验二的F₁雌株的基因型相同的植株的比例是_____。

(3)请以实验一中F₁植株为材料,来检测某羽状浅裂(♀)的基因型,写出实验思路和预期结果。

(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,则每科按所做的第一题计分。

33. [物理——选修3-3](15分)

(1) (5分)如图19所示,一定质量的理想气体从状态a开始,经历ab、bc、cd、de四个过程到达状态e,其中ba、de的延长线经过原点,bc连线与横轴平行。下列说法正确的是 ()

- A. ab过程中气体从外界吸收的热量等于气体内能的增加量
- B. bc过程中气体分子在单位时间内撞击器壁单位面积上的次数增多
- C. cd过程中气体对外界做的功小于从外界吸收的热量
- D. 气体在状态b的内能大于在状态e的内能
- E. 气体在状态e的体积比在状态a的气体体积大

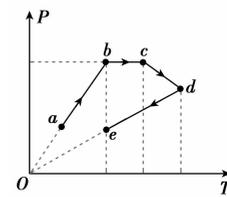


图19

(2) (10分)某医用氧气瓶容积为40 L,瓶内贮有压强为 9.6×10^6 Pa的氧气,可视为理想气体。广泛用于野外急救的氧气袋容积为5 L。将氧气瓶内的氧气分装到氧气袋,充气前袋内为真空,分装过程不漏气,环境温度不变。

(i) 若充气后每个袋内的压强均为 1.2×10^6 Pa,最多可分装多少个氧气袋;

(ii) 若每次分装后,袋内气体压强与氧气瓶内剩余气体压强相等,求分装30次后医用氧气瓶内剩余氧气的压强与分装前氧气瓶内氧气压强之比。

34. [物理——选修3-4](15分)

(1) (5分)李白在邯郸观舞感赞道:“粉色换日彩,舞袖捕花枝”,舞袖的波形可看成一列沿x轴传播的简谐横波,如图20所示,实线是简谐横波在 $t_1 = 0$ 时刻的波形图,虚线是在 $t_2 = 0.2$ s时刻的波形图。则下列说法正确的是 ()

- A. 在 t_1 到 t_2 时间内, $x = 1$ m处的质点可能沿x轴正方向运动了1 m
- B. 这列波的传播速度可能为35 m/s
- C. 若波速为25 m/s,则波沿x轴正方向传播
- D. 若波速为65 m/s, $x = 3$ m处的质点N在 t_1 时刻沿y轴负方向振动
- E. 若在 t_1 到 t_2 时间内, $x = 5$ m处的质点M通过的路程为1.8 m,则波沿x轴负方向传播

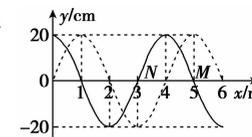


图20

(2) (10分)光刻机是生产大规模集成电路的核心设备。一个光刻机的物镜投影原理简化图如图21所示,△ABC为一个等腰直角三棱镜,半球形玻璃砖的半径为R,球心为O,OO'为玻璃砖的对称轴。间距为 $\sqrt{3}R$ 的两条平行光线,从左侧垂直AB边射入三棱镜,经AC边反射后向下进入半球形玻璃砖,最后汇聚在硅片上M点。已知半球形玻璃砖的折射率为 $\sqrt{3}$,反射光线关于轴线OO'对称。

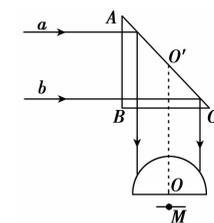


图21

(i) 为了保证光不能从三棱镜的AC边射出,求三棱镜折射率的最小值;

(ii) 求OM两点间的距离。

35. [化学——选修3:物质结构与性质](15分)

近日,浙江师范大学含氟新材料研究所贲腾教授课题组与东京理科大学的 Yuichi Negishi 教授合作在国际顶级学术期刊 Angew. Chem. Int. ed. 上在线发表研究论文“Record Ultralarge-Pores, Low Density Three-Dimensional Covalent Organic Framework for Controlled Drug Delivery”。

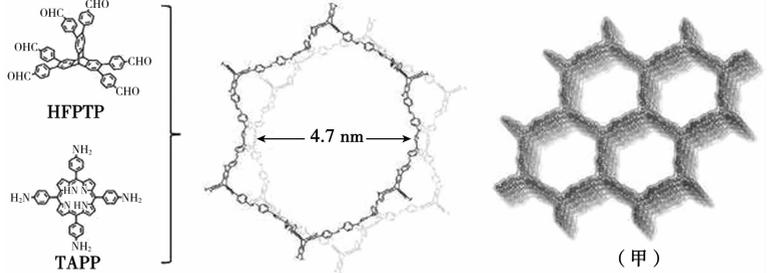


图 22

回答下列问题:

- (1) 氟元素在元素周期表中的位置为 _____, 碳原子中电子的空间运动状态有 _____ 种。
- (2) 中碳原子的杂化方式是 _____, 苯环上的电子云密度: 苯 _____ 六氟苯 (填“>”或“<”), 依据电负性解释其原因: _____。

- (3) 图 22 中甲类似冰结构, 图 23 是冰的结构。冰中一个水分子含有的氢键个数是 _____, 冰中氢键由于存在 _____, 晶体有较大的空隙, 空间利用率低, 冰的密度比水小。
- (4) 干冰和 C₆₀ 的晶胞如图 24 所示:

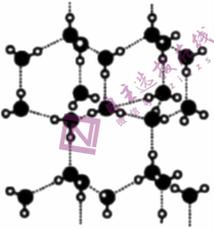


图 23



图 24

图 25

- ① 干冰晶体的类型是 _____, 一个 CO₂ 分子周围距离最近且等距离的 CO₂ 分子数目是 _____。
- ② 立方烷(分子式为 C₈H₈, 结构是立方体:) 是比 C₆₀ 约早 20 年合成出的一种对称型烃类分子, 而现如今已合成出一种立方烷与 C₆₀ 的复合型分子晶体, 该晶体的晶胞结构如图 25 所示, 立方烷分子填充在原 C₆₀ 晶体的分子间八面体空隙中。则该复合型分子晶体的组合用二者的分子式可表示为 _____。

36. [化学——选修5:有机化学基础](15分)

化合物 H 属于酯类化合物, 是一种医药中间体。实验室由化合物 A 和 E 制备 H 的一种合成路线如图 26 所示:

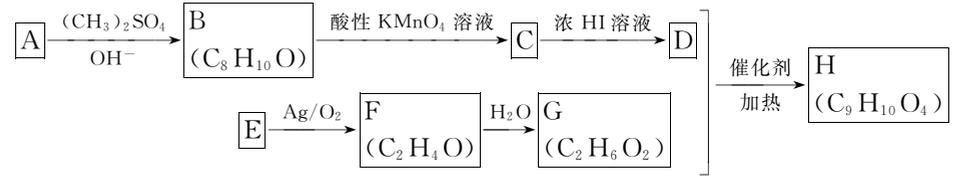
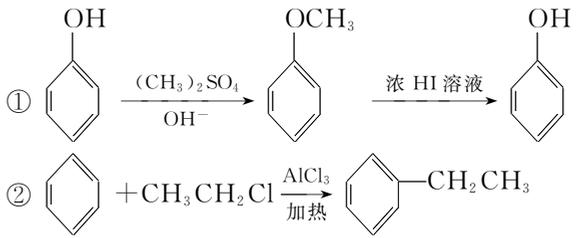


图 26

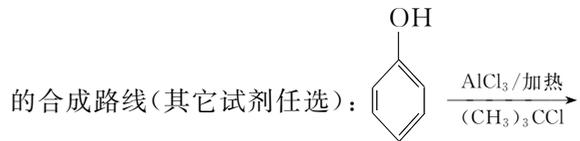
已知:



回答下列问题:

- (1) A 能与 Na₂CO₃ 溶液及浓溴水反应, 且 1 mol A 最多可与 2 mol Br₂ 反应, 核磁共振氢谱表明 A 有四种不同化学环境的氢原子, A 的名称是 _____。
- (2) 经测定 E 的相对分子质量为 28, F 中只有一种化学环境的氢原子, F 的结构简式为 _____; G 中只有一种官能团, F→G 的反应类型为 _____。
- (3) A 的同分异构体中属于芳香族化合物的结构共有 _____ 种。
- (4) D+G→H 的化学方程式为 _____。
- (5) 流程中 A 先转化为 B 的目的是 _____。

- (6) 参照上述合成路线, 设计一条由苯酚和 (CH₃)₃CCl 为起始原料制备



37. [生物——选修1:生物技术实践](15分)

微生物和人们的生活息息相关, 有的能用于制造食品, 有的可能使人患病。请回答问题:

- (1) 培养细菌常用到选择培养基, 培养基中不加入 _____ 可以选择培养自养型微生物, 在培养细菌的过程中, 培养皿应倒置, 其原因是 _____。
- (2) 在腐乳的制作过程中, 起主要作用的微生物是 _____, 这类微生物产生的蛋白酶能将豆腐中的蛋白质分解为 _____, 产生的脂肪酶将脂肪水解为甘油和脂肪酸, 使豆腐具有特殊的香味。
- (3) 为了对样品中的某种活菌进行计数, 科研人员从稀释倍数为 10⁶ 的培养液中 0.2 mL 稀释液涂布了三个平板, 统计得到三个平板上的菌落数分别是 210、240、246, 则每毫升原样液中的菌体是 _____ 个, 上述方法称为 _____, 用该方法测得的菌体数可能比实际活菌数少, 原因是 _____。

38. [生物——选修3:现代生物科技专题](15分)

口蹄疫是一种由逆转录病毒引起的家畜传染病, 其主要抗原为 VP1 蛋白。科学家通过植物基因工程成功生产出含有 VP1 蛋白的口蹄疫疫苗, 有效控制了口蹄疫的爆发。请回答问题:

- (1) 通过植物基因工程生产口蹄疫疫苗的过程中, 应首先经过 _____ 过程获得 DNA, 再采用 _____ 技术进行扩增获得目的基因, 后者依据的生物学原理是 _____。
- (2) 植物基因工程的操作步骤中, 最核心步骤是 _____; 将基因表达载体导入植物细胞采用的方法有 _____、_____。
- (3) 植物叶绿体基因工程的最大优点是避免外源基因随花粉扩散产生基因污染, 其原因是 _____。