

SRS2023 届高三模拟测试 (第二次)

理科综合能力测试

本试卷分第 I 卷 (选择题) 和第 II 卷 (非选择题) 两部分共 14 页。时量 150 分钟, 满分 300 分。

可能用到的相对原子质量: H:1 C:12 N:14 O:16 S:32 Ca:40 Ni:59 La:139

第 I 卷 (选择题)

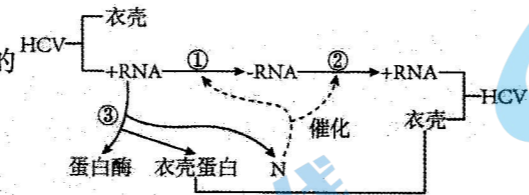
一、选择题 (本题共 13 小题, 每小题 6 分, 共 78 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。)

1. 清华大学俞立教授于 2012 年发现, 细胞在迁移到其它位置的过程中, 会在细胞外留下一一种囊泡状结构, 并将之命名为“迁移体”。迁移体可以被其它细胞吞噬。下列有关分析, 正确的是
- A. 研究迁移体内元素的种类, 可以帮助揭示迁移体的功能
  - B. 制备并研究迁移体缺陷型动物, 可以帮助揭示迁移体的功能
  - C. 迁移体可以被其它细胞吞噬, 表明迁移体不能介导细胞间的通讯
  - D. 迁移体只在细胞迁移过程中产生, 表明迁移体的形成是一个化学变化而非物理变化

2. 农作物产量的提高有很多途径, 下列相关说法中正确的是
- A. 晴天中午密闭的玻璃温室中作物光合速率仍然较低, 二氧化碳浓度较低是一个重要原因
  - B. 其它种植条件都相同的情况下, 晚上温度越高的农田产量往往会越高
  - C. 杂交水稻因为具有杂种优势, 产量较高, 每年留一部分收获的种子来年种植, 有利于保持较高产量
  - D. 施有机肥有利于农作物的生长, 是因为有机肥能够为植物生长提供充足的物质和能量

3. 根据细胞 DNA 含量不同, 将一群正在进行连续分裂的细胞分为三组, DNA 含量最少的称为甲组, DNA 含量最多的称为丙组, 含量介于甲、丙之间的称为乙组。下列相关说法正确的是
- A. 丙组细胞中 DNA 含量刚好是甲组细胞的两倍
  - B. 乙组细胞之间 DNA 的含量差异较大
  - C. 抑制纺锤体的形成, 可以使甲组细胞的比例增加
  - D. 抑制 DNA 的复制, 可以使丙组细胞的比例增加

4. 丙型肝炎病毒 (HCV) 是单股正链 (+RNA) 病毒, 能编码一长度约为 3014 个氨基酸残基的多聚蛋白质前体, 后者经宿主细胞和病毒自身蛋白酶作用后, 裂解成 10 种病毒蛋白, 不同的病毒蛋白具有不同的功能。人体感染后主要损伤肝细胞。HCV 侵染肝细胞后的增殖过程如图所示, 其中 ①②③表示相关生理过程。下列有关叙述错误的是



- A. HCV 增殖过程中在 ①②③处均存在 A-U 和 U-A 的碱基互补配对方式
- B. 病毒的 +RNA 由 9042 个核糖核苷酸构成
- C. 目前确定和临床广泛应用的 HCV 诊断方法有两大类: 血清学检测技术以及核酸检测, 要尽早的检测出是否感染 HCV, 应优先进行核酸检测。
- D. 已知 HCV 上存在糖蛋白, 它们的功能可能是识别宿主细胞表面受体, 启动病毒感染的发生。

5. 人体组织细胞对胰岛素的敏感性下降的现象称为胰岛素抵抗。而近日, 来自美国的索尔克生物研究所、荷兰的格罗宁根大学等研究机构的专家发现第二种降糖激素名为 FGF1, 能通过抑制脂肪分解来调节血糖。下列说法正确的是

- A. 发生胰岛素抵抗的原因可能是存在胰岛细胞自身抗体
- B. FGF1 能直接参与脂肪细胞的代谢活动
- C. 若定期给糖尿病患者注射 FGF1 达到治疗效果, 患者可能会出现肥胖症状
- D. 要检测 FGF1 的药效, 应将 FGF1 注射到正常小鼠体内, 并与注射等量生理盐水的患糖尿病小鼠和正常小鼠做对照, 来评估 FGF1 对糖尿病的疗效

6. 我国的许多古文、诗词和农谚彰显着祖先的智慧, 同时也透射着生物学原理, 下列相关叙述正确的是

- A. “凡嫁接矮果及花, 用好黄泥晒干, 筛过, 以小便浸之。又晒干, 筛过, 再浸之…以泥封树枝…则根生”, 说明人体代谢能产生生长素进入尿液, 从而促进枝条生根。
- B. “草树知春不久归”, “草树”主要是通过接受无机环境的物理信息和化学信息来实现“知春不久归”的
- C. “远芳侵古道, 晴翠接荒城”是初生演替的结果
- D. 《齐民要术》中“谷田必须岁易”指的是不同年份轮换种植不同作物, 一是避免土壤肥力下降, 二是可以有效的减轻病虫害和草害

7. 党的二十大报告提出, 要集聚力量进行原创性引领性科技攻关, 坚决打赢关键核心技术攻坚战。下列关于我国科技成果说法不正确的是

- A. “应变玻璃”使用的材料镁钨合金属于金属材料
- B. JD-1 紫外光固化树脂属于新型无机非金属材料
- C. 蛟龙号载人潜水器使用的钛合金的熔点低于单质钛
- D. 东方超环(人造太阳)使用的  $^2\text{H}$  (氘)、 $^3\text{H}$  (氚) 是不同的核素

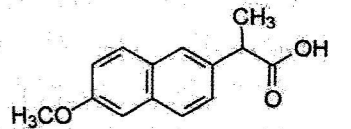
8. 某无色溶液中只可能含有  $\text{K}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  中的一种或几种, 对其进行如下实验操作:

- (1) 取少量溶液, 加入足量  $\text{BaCl}_2$  溶液, 产生白色沉淀;
- (2) 向 (1) 所得混合物中加足量盐酸, 沉淀部分溶解, 并有无色气体生成;
- (3) 将 (2) 所得混合物过滤, 向滤液中加入  $\text{AgNO}_3$  溶液, 有白色沉淀生成。

下列对该溶液的说法正确的是

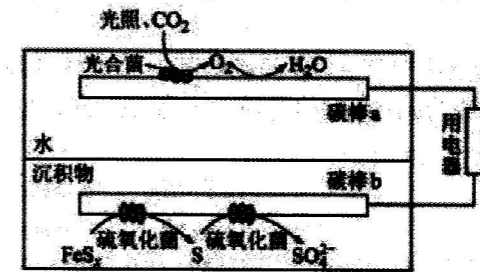
- A. 无法确定含有  $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
- B. 可能含有  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$
- C. 一定不含有  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$
- D. 一定含有  $\text{K}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

9. 萘普生是一种抗炎、解热、镇痛药物, 其结构简式如图所示。下列关于该化合物说法不正确的是



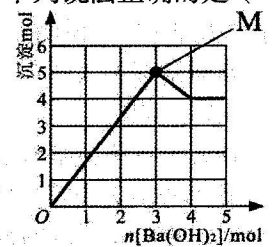
- A. 分子式为  $\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3$
- B. 苯环上的一氯取代物有 6 种
- C. 该有机物可以发生加成、取代反应
- D. 分子中所有的碳原子可能在同一平面上

10. 沉积物微生物燃料电池 (SMFC) 可以将沉积物中的化学能直接转化为电能, 同时加速沉积物中污染物的去除, 用 SMFC 处理含硫废水的工作原理如图所示。下列说法正确的是



- A. 外电路的电流方向是从 b 到 a
- B. 碳棒 a 附近酸性增强
- C. 碳棒 b 存在电极反应:  $\text{S} - 6\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$
- D. 升高温度可提高电池的能量转化效率

11. 元素周期表中前 20 号元素 R、X、Y、Z 的原子序数依次增大。R 和 Y 位于同主族，X 的简单离子半径在同周期元素中最小。由这四种元素组成一种化合物 Q，在 Q 的溶液中滴加 Ba(OH)<sub>2</sub> 溶液，产生沉淀的物质的量与 Ba(OH)<sub>2</sub> 的物质的量的关系如图所示，下列说法正确的是 ( )



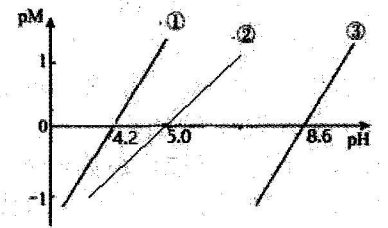
- A. 简单离子半径: Z > Y
- B. 简单气态氢化物的热稳定性: Y > R
- C. Q 的水溶液显酸性, 可作为净水剂
- D. M 点沉淀物有 2 种, 且物质的量之比为 4:1

12. 下列实验操作、现象和结论均正确的是

选项	操作	现象	结论
A	两块相同的未经打磨的铝片, 相同温度下分别投入到 5.0mL 等浓度的 CuSO <sub>4</sub> 溶液和 CuCl <sub>2</sub> 溶液中	前者无明显现象, 后者铝片发生溶解	Cl <sup>-</sup> 可能加速破坏铝片表面的氧化膜
B	分别将 5.6g CaO 和 94.4g 水加入烧杯中, 搅拌使其充分溶解, 静置冷却	烧杯底部有白色固体	所得溶液溶质质量分数为 7.4%
C	用湿润的蓝色石蕊试纸检验甲烷与氯气在光照下反应后的有机产物	试纸变红	生成的有机物具有酸性
D	向一块铁片上加酸除去铁锈, 再滴加铁氰化钾溶液, 静置 2~3min	有蓝色沉淀出现	铁片上发生了吸氧腐蚀

13. 25℃ 时, 用 NaOH 溶液分别滴定 HX、CuSO<sub>4</sub>、MgSO<sub>4</sub> 三种溶液, pM [p 表示负对数, M 表示  $\frac{c(\text{HX})}{c(\text{X}^-)}$ 、

$c(\text{Cu}^{2+})$ 、 $c(\text{Mg}^{2+})$  等] 随 pH 变化关系如图所示, 已知  $K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2] < K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ , 下列说法不正确的是



- A. HX 的电离平衡常数  $K_a = 10^{-5}$
- B. 滴定 HX 当 pH=7 时,  $c(\text{X}^-) > c(\text{HX})$
- C. ③ 代表滴定 CuSO<sub>4</sub> 溶液的变化关系
- D. Mg(OH)<sub>2</sub> 易溶于 HX 溶液中

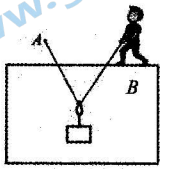
二、选择题 (本大题共 8 小题, 每小题 6 分, 在每小题给出的四个选项中, 第 14 至 17 题只有一项符合题目要求, 第 18 至 21 题有两项或三项符合题目要求。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

14. 如图所示, 在点电荷形成的电场中有 A、B 两点, 其中 A 点的场强大小为 E<sub>A</sub>, 方向与 AB 连线成 30° 角, 电势为 φ<sub>A</sub>; B 点的场强大小为 E<sub>B</sub>, 方向与 AB 连线成 60° 角, 电势为 φ<sub>B</sub>。则



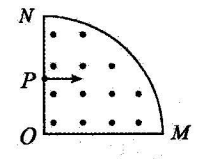
- A.  $E_A < E_B$      $\phi_A < \phi_B$
- B.  $E_A < E_B$      $\phi_A > \phi_B$
- C.  $E_A > E_B$      $\phi_A > \phi_B$
- D.  $E_A > E_B$      $\phi_A < \phi_B$

15. 小明将重物从高台运送到地面, 如图所示, 轻绳穿过与重物固定连接的光滑圆环, 一端固定在 A 点, 另一端被建筑工人握住, 工人站在 B 点缓慢放长轻绳, 使重物缓慢下降。在工人释放一小段轻绳的过程中, 工人所受力不变的是



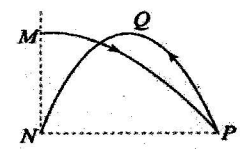
- A. 绳对工人的拉力
- B. 高台对工人的支持力
- C. 高台对工人的摩擦力
- D. 高台对工人的作用力

16. 如图所示, 四分之一圆周区域 MON 内存在方向垂直纸面向外的匀强磁场, P 点为半径 ON 的中点。现有两个带电粒子 a、b, 以相同的速度先后从 P 点沿 ON 方向射入磁场, 并分别从 M、N 两点射出磁场。不计粒子所受重力及粒子间相互作用。则粒子 a、b 在磁场中运动周期之比为



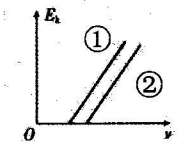
- A. 5:1
- B. 1:5
- C. 2:3
- D. 3:2

17. 如图所示, 运动员将排球以速度 v 从 M 点水平击出, 网球飞到 P 点时, 被对方运动员击回, 球又斜向上飞出后落到 M 点正下方的 N 点。已知 N 点与 P 点等高, 轨迹的最高点 Q 与 M 等高, 且 NP=2MN。排球在运动过程中不计空气阻力, 则网球击回时的速度大小为



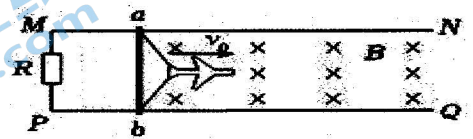
- A.  $\frac{\sqrt{2}}{2}v$
- B.  $\sqrt{2}v$
- C.  $\frac{\sqrt{5}}{2}v$
- D.  $\sqrt{5}v$

18. 在研究 a、b 两种金属发生光电效应现象的实验中, 得到从金属表面逸出光电子最大初动能 E<sub>k</sub> 与入射光频率 ν 之间的关系如图中直线 ①② 所示。已知 h 为普朗克常量, 则



- A. 图中直线 ①② 的斜率均为  $\frac{h}{e}$
- B. 金属 a 的逸出功小于金属 b 的逸出功
- C. 在得到这两条直线时, 必须保证入射光的光强相同
- D. 若产生的光电子具有相同的最大初动能, 则照射到金属 b 的光频率较高

19. 新一代航母阻拦系统将采用电磁阻拦技术, 基本原理如图所示, 飞机着舰时关闭动力系统, 通过绝缘阻拦索钩住轨道上的一根金属棒 ab, 导轨间距为 d, 飞机质量为 M, 金属棒质量为 m, 飞机着舰钩住金属棒后与金属棒以共同速度 v<sub>0</sub> 进入磁场, 轨道端点 MP 间电阻为 R、金属棒电阻为 r, 不计其它电阻和阻拦索的质量。轨道间有竖直方向的匀强磁场, 磁感应强度为 B。金属棒运动一段距离 x 后飞机停下, 测得此过程电阻 R 上产生焦耳热为 Q, 则



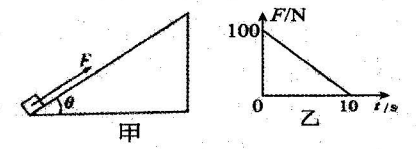
- A. 金属棒 ab 中感应电流方向由 b 到 a
- B. 通过金属棒的最大电流为  $\frac{Bxv_0}{R+r}$
- C. 通过金属棒的电荷量  $\frac{Bdx}{R+r}$
- D. 飞机和金属棒克服摩擦阻力和空气阻力所做的总功  $\frac{1}{2}(M+m)v_0^2 - Q$

20. 中国空间站是我国建成的国家级太空实验室。下表是一些有关空间站和月球在轨运动的有关数据, 两者均可视为绕地球做匀速圆周运动。利用万有引力常量和表中的信息可以估算出的是

物理量	空间站运动周期	空间站离地高度	月球公转周期	地球半径
数值	约 1.5h	约为 400km	约 27.3 天	约 6400km

- A. 地球的质量
- B. 地球的平均密度
- C. 月球公转的线速度
- D. 月球表面的重力加速度

21. 如图甲所示, 质量为 m=5.0kg 的物体静止在倾角为 37° 的固定斜面上, 在沿斜面向上推力 F 作用下开始运动, 推力 F 随时间 t 变化的关系如图乙所示 (t=10s 后无推力存在)。已知物体与斜面之间的动摩擦因数 μ=0.75, 重力加速度 g=10m/s<sup>2</sup>, 则



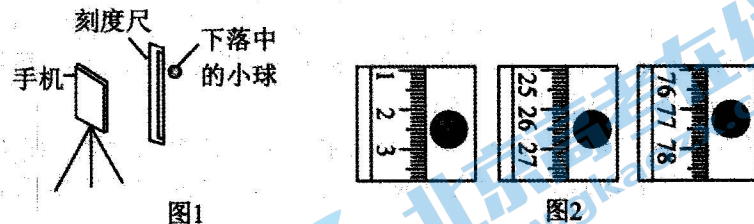
- A. 物体运动的时间为 12s
- B. t=5s 时物体的速度达到最大
- C. 物体在运动过程中最大加速度为 8m/s<sup>2</sup>
- D. 在物体运动过程中推力的冲量为 480N·s

第II卷 (非选择题, 共 174 分)

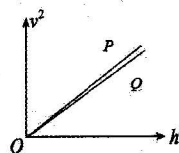
三、非选择题 (包括必考题和选考题两部分, 第 22 题~第 32 题为必考题, 每个试题考生都必须作答, 第 33 题~第 38 题为选考题, 考生根据要求作答)

(一) 必考题 (22 题~第 32 题)

22. (6 分) 小勇同学在学习完“自由落体运动”的内容后, 利用手机在课外进一步进行实验研究。他将小球固定在刻度尺的旁边由静止释放, 用手机拍摄小球下落的视频, 然后用相应的软件处理得到分帧图片, 利用图片中小球的位置就可以得出小球速度等信息, 实验装置如图 1 所示。如图 2 所示为小球下落过程中三幅连续相邻的分帧图片, 相邻两帧之间的时间间隔为 0.16s, 刻度尺为毫米刻度尺。



- (1) 图 2 中小球的瞬时速度约为 \_\_\_\_\_ m/s; (结果保留两位小数)
- (2) 关于实验装置和操作, 以下说法正确的是 \_\_\_\_\_;
- A. 刻度尺应固定在竖直平面内
  - B. 选择材质密度小的小球
  - C. 铅垂线的作用是检验小球是否沿竖直方向下落
  - D. 固定手机时, 摄像头应正对刻度尺

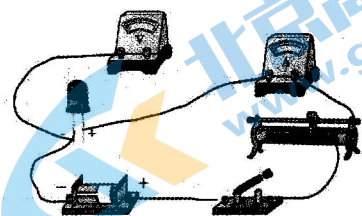


(3) 该同学利用多帧图片测算其对应的速度  $v$  和下落的高度  $h$ , 绘制了  $v^2-h$  图像, 如图所示。其中  $P$ 、 $Q$  分别为两个大小相同, 质量不同的小球下落的图像 (空气阻力不变), 由图像可知两球质量大小关系是  $m_P$  \_\_\_\_\_  $m_Q$  (填大于、等于、小于)。

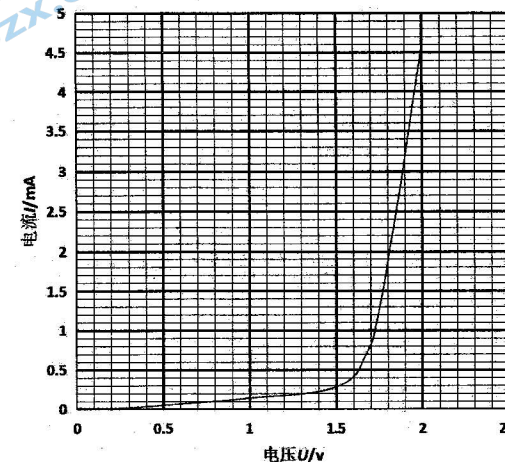
23. (9 分) LED 照明普遍应用于我们的日常生活中, 某实验小组想描绘额定电压为 2V 的 LED 绿灯的伏安特性曲线, 已知该灯正常工作时电阻约为  $440\Omega$ 。实验室提供的器材有:

- A. 电流表  $A_1$  (量程为 5mA, 内阻  $r_1$  为  $10\Omega$ , 读数记为  $I_1$ )
- B. 电流表  $A_2$  (量程为 30mA, 内阻  $r_2$  约为  $3\Omega$ , 读数记为  $I_2$ )
- C. 电压表  $V_1$  (量程为 3V, 内阻约  $3K\Omega$ , 读数记为  $U_1$ )
- D. 电压表  $V_2$  (量程为 15V, 内阻约  $15K\Omega$ , 读数记为  $U_2$ )
- E. 滑动变阻器  $R_1$  ( $0 \sim 20\Omega$ )
- F. 滑动变阻器  $R_2$  ( $0 \sim 2000\Omega$ )
- G. 蓄电池  $E$  (电动势为 3V, 内阻很小), 开关  $S$  一个

- (1) 根据实验要求, 请你帮忙选择合适的器材, 电流表应选 \_\_\_\_\_, 电压表应选 \_\_\_\_\_, 滑动变阻器应选 \_\_\_\_\_。(填写器材前的字母代号)
- (2) 根据实验要求以及提供的器材进行电路设计, 请完成以下电路实物连接。

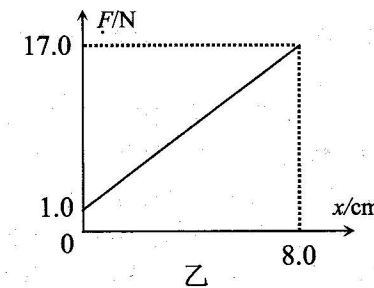
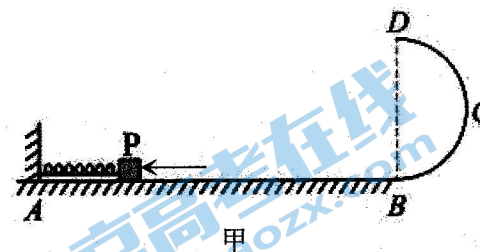


(3) 通过实验, 小组获得了如图所示的伏安特性曲线, 若将此灯与一电源 (电动势为 2.5V, 内阻为  $180\Omega$ ) 连成电路, 则 LED 灯珠的实际功率为 \_\_\_\_\_ W (保留三位有效数字)。



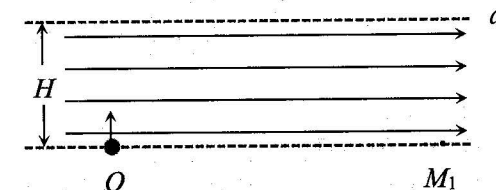
24. (12 分) 如图甲所示, 水平轨道  $AB$  的  $B$  端与半径为 8.0cm 的光滑半圆轨道  $BCD$  相切, 原长为 20cm 的轻质弹簧水平放置, 一端固定在  $A$  点, 另一端与质量为 0.2kg 的物块  $P$  接触但不连接。用水平外力向左缓慢推动物块  $P$ , 水平外力随弹簧形变量的关系如图乙, 将弹簧压缩至形变量为 8.0cm, 然后放开,  $P$  开始沿轨道运动, 恰好到达  $D$  点, 已知重力加速度大小为  $g=10m/s^2$ 。求:

- (1) 弹簧的劲度系数;
- (2) 水平轨道  $AB$  的长度。

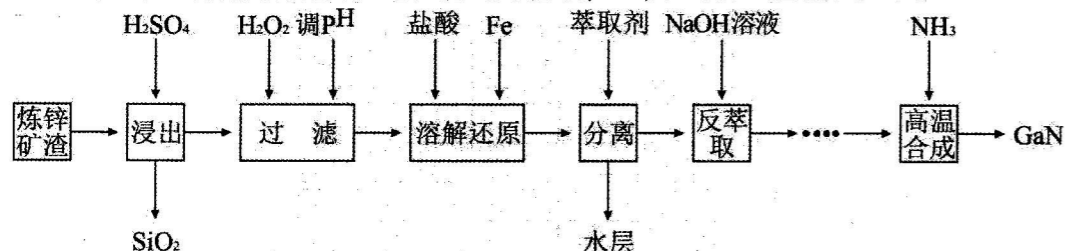


25. (20 分) 如图, 竖直平面内存在方向水平的匀强电场, 电场区域  $ab$  间距为  $H$ , 在该区域下边界的  $O$  点将质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的小球以一定的初速度竖直上抛, 小球从上边界离开电场, 再次进入电场后在电场中做直线运动, 到达下边界的  $M_1$  点, 已知小球到达  $M_1$  点的速度大小是从  $O$  点进入电场时速度大小的  $\sqrt{10}$  倍, 动量方向与水平面的夹角为  $\theta$ 。不计空气阻力, 重力加速度大小为  $g$ 。求:

- (1)  $\theta$  角的正切值和该电场的电场强度;
- (2) 小球由  $O$  到  $M_1$  的运动时间;
- (3) 在下边界水平放置一足够长的绝缘挡板, 小球碰撞前后速度与挡板的夹角不变, 若第二次碰撞点  $M_2$  与  $M_1$  的距离为  $8H$ , 求第一次碰撞过程小球的动能损失。



26. (14分) 综合利用炼锌矿渣[主要含铁酸镓  $Ga_2(Fe_2O_4)_3$ 、铁酸锌  $ZnFe_2O_4$ ]获得3种金属盐, 并进一步利用镓盐制备具有优异光电性能的氮化镓(GaN), 部分工艺流程如下:



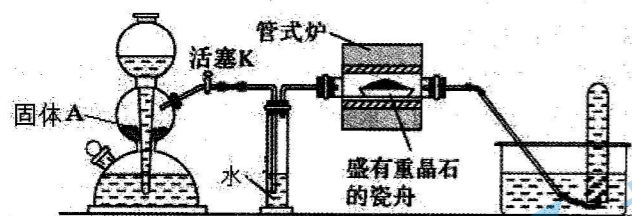
已知: 常温下, 浸出液中各离子形成氢氧化物沉淀的pH和金属离子在工艺条件下的萃取率(进入有机层中金属离子的百分数)见表。

金属离子	$Fe^{2+}$	$Fe^{3+}$	$Zn^{2+}$	$Ga^{3+}$
开始沉淀 pH	8.0	1.7	5.5	3.0
沉淀完全 pH	9.6	3.2	8.0	4.9
萃取率(%)	0	99	0	97~98.5

请回答:

- 写出铁酸锌( $ZnFe_2O_4$ )中铁元素的化合价\_\_\_\_\_。
- Ga位于周期表IIIA族, 性质与Al相似, 反萃取后水溶液中镓元素以\_\_\_\_\_ (用化学式表示)存在。
- 处理浸出液时, 调节pH至5.4的目的是\_\_\_\_\_。
- 加入铁的原因为\_\_\_\_\_。
- 写出“高温合成”操作中  $Ga(CH_3)_3$  与  $NH_3$  反应生成 GaN 的化学方程式\_\_\_\_\_。
- 利用炼锌矿渣所获得的三种金属盐, 分别为镓盐、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。(用化学式表示)
- 取一定量 GaN 样品溶于足量的热 NaOH 溶液中, 用  $H_3BO_3$  溶液将产生的  $NH_3$  完全吸收, 用标准浓度的盐酸滴定, 通过消耗盐酸的体积, 可测定样品的纯度。已知:  $NH_3 + H_3BO_3 = NH_3 \cdot H_3BO_3$ ;  $NH_3 \cdot H_3BO_3 + HCl = NH_4Cl + H_3BO_3$ , 硼酸的  $K_a = 10^{-9.24}$ , 从滴定角度分析可用过量  $H_3BO_3$  溶液吸收  $NH_3$  的可能原因是\_\_\_\_\_。

27. (14分) 工业上制硫化钡普遍采用两种方法: 一种为重晶石( $BaSO_4$ )煤粉还原法(将重晶石和无烟煤混合后在  $1000 \sim 1200^\circ C$  下还原焙烧 1~2h); 另一种为气体还原法(将重晶石在  $850 \sim 900^\circ C$  通入氢气进行还原反应)。下列是实验室模拟高温下  $H_2$  还原重晶石法, 装置如下。



回答下列问题:

- 固体 A 的名称\_\_\_\_\_。
- $H_2$  与  $BaSO_4$  反应生成 BaS, 写出该反应的化学方程式\_\_\_\_\_。
- 打开活塞 K 之后, 管式炉升温之前, 必须进行的操作为\_\_\_\_\_。

(4) 测定 BaS 质量分数:

取生成物 10.00g, 溶于蒸馏水后稀释至 500mL; 取 25.00 mL 溶液于锥形瓶中, 再加入 10mL 2% 醋酸溶液及 10.00 mL 0.50 mol/L  $KI_3$  标准溶液(过量), 充分振荡, 使 BaS 中的硫元素完全转化为硫单质;

向锥形瓶中加入 2 滴淀粉溶液做指示剂, 用 0.50 mol/L  $Na_2S_2O_3$  标准溶液滴定至终点, 消耗  $Na_2S_2O_3$  标准溶液体积 10.00mL(滴定反应为:  $I_3^- + 2S_2O_3^{2-} = 3I^- + S_4O_6^{2-}$ )。

- ①稀释至 500mL 所需的玻璃仪器有烧杯、胶头滴管、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- ②写出  $KI_3$  与 BaS 反应的化学方程式\_\_\_\_\_。
- ③醋酸溶液加多了会导致测定结果偏小, 原因可能是\_\_\_\_\_。
- ④计算样品中 BaS ( $M=169 g/mol$ ) 质量分数: \_\_\_\_\_ (保留 3 位有效数字)。
- ⑤若用重晶石煤粉还原法制 BaS, 其产品纯度\_\_\_\_\_ (填“升高”或“降低”)。

28. (15分) 五氧化二碘( $I_2O_5$ )是一种重要的工业试剂, 常温下为白色针状晶体, 可用作氧化剂, 用于除去空气中的一氧化碳。回答下列问题:

(1) 制取  $I_2O_5$ : 将碘酸加热至  $90 \sim 110^\circ C$  使其部分脱水生成二缩三碘酸( $HI_3O_9$ ), 再升温至  $220 \sim 240^\circ C$  并恒温 4 h, 使其脱水完全即得五氧化二碘。写出  $220 \sim 240^\circ C$  生成  $I_2O_5$  的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(2) 早期曾经采用五氧化二碘和淀粉的混合溶液来检测酒精的存在。原理是:  $I_2O_5$  与  $CH_3CH_2OH$  先发生反应  $I_2O_5 + 5CH_3CH_2OH = I_2 + 5X + 5H_2O$ , 生成的  $I_2$  与淀粉溶液作用而变蓝, X 的化学式是\_\_\_\_\_。

(3) 已知: 反应 I:  $2I_2(s) + 5O_2(g) = 2I_2O_5(s) \Delta H_1 = -75.6 kJ \cdot mol^{-1}$

反应 II:  $2CO(g) + O_2(g) = 2CO_2(g) \Delta H_2 = -566.0 kJ \cdot mol^{-1}$

则对于反应 III:  $I_2O_5(s) + 5CO(g) \rightleftharpoons 5CO_2(g) + I_2(s) \Delta H_3 = \_\_\_\_\_\_ kJ \cdot mol^{-1}$

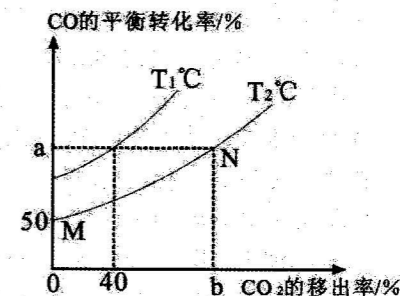
(4)  $T_1^\circ C$  时向装有足量  $I_2O_5$  的 2 L 恒容密闭容器中充入 3mol CO, 此时压强为  $p_0$ , 发生反应 III, 若反应达到平衡后固体质量减小 32.0 g。

- ①下列说法正确的是\_\_\_\_\_。
  - A. 气体的密度不再变化可以判断反应达到平衡状态
  - B. 若升高温度, 混合气体的平均相对分子质量将增大
  - C. 平衡后在原容器中再充入 1mol CO 可使 CO 的转化率增大
  - D. 改变压强  $\frac{c(CO)}{c(CO_2)}$  比值不会变化
  - E. 平衡后在原容器中再充入 1mol 氦气, 反应速率将增大

②该温度下反应的平衡常数  $K_p = \_\_\_\_\_\_$ 。

③如图是 CO 的平衡转化率随  $CO_2$  的移出率  $\left[ CO_2 \text{的移出率} = \frac{n(CO_2 \text{实际移出量})}{n(CO_2 \text{理论生成量})} \times 100\% \right]$  关系。

则图中  $T_1 \_\_\_\_\_\_ T_2$  (填“>”、“<”、“=”),  $a = \_\_\_\_\_\_$ ,  $b = \_\_\_\_\_\_$ 。



学校 \_\_\_\_\_ 班级 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_

29. (10分) Migrasome 被认为是一种新的细胞器。为了研究 Migrasome 的功能, 科学家通过敲除斑马鱼中与 Migrasome 形成有关的 3 个基因, 获得了 Migrasome 明显减少的斑马鱼, 这些斑马鱼都出现了器官不对称发育缺陷。回答下列问题。

- (1) 要分离纯化出斑马鱼组织中的 Migrasome, 可以用\_\_\_\_\_法。
- (2) 该实验结果不足以说明 Migrasome 减少可以导致器官不对称, 原因是\_\_\_\_\_。
- (3) 可以利用纯化出的 Migrasome, 补充一个实验来证明 Migrasome 减少确实可以导致器官不对称, 如果是你, 你会如何进行补充实验?  
\_\_\_\_\_。

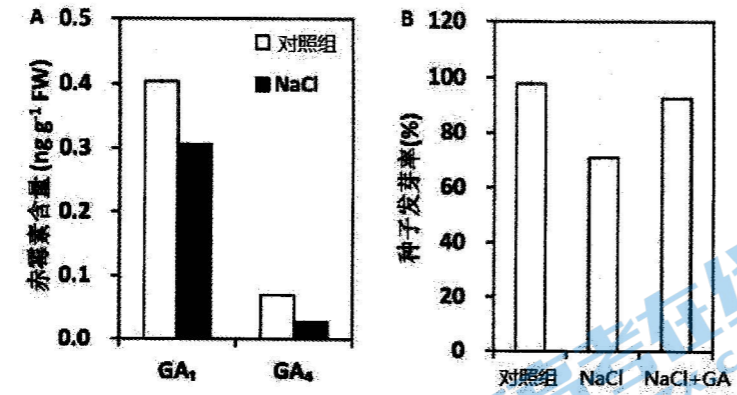
若补充实验的结果为\_\_\_\_\_, 则说明器官不对称确实是由 Migrasome 减少导致的。

30. (9分) 2023 年是农历兔年, 兔是兔科动物下所有种类的统称。某种野兔毛的长短由 A/a 控制, A 控制长毛, a 控制短毛, 杂合子为中毛; 其毛色由 B/b 控制, B 控制黑色, b 控制白色, 杂合子为灰色。回答下列问题。

- (1) 自然界中, 该野兔雌雄个体中都能发现三种不同长度的毛, 但是从未发现过灰色毛的雄兔, 对于这种现象最可能的解释是\_\_\_\_\_。
- (2) A/a 和 B/b 的遗传\_\_\_\_\_(符合/不符合)自由组合定律, 中毛灰兔的基因型是\_\_\_\_\_。
- (3) 在某自然保护区针对该种野兔进行调查, 仅发现 6 只长毛黑兔、2 只短毛灰兔, 但都是雌兔, 为了帮助兔群繁衍, 从外地调入了 1 只长毛黑雄兔和 1 只中毛白雄兔, 让这些兔子自由交配。理论上下一代兔子中, 长毛兔:中毛兔:短毛兔=\_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_:\_\_\_\_\_, 中毛灰色雌兔占比为:\_\_\_\_\_。

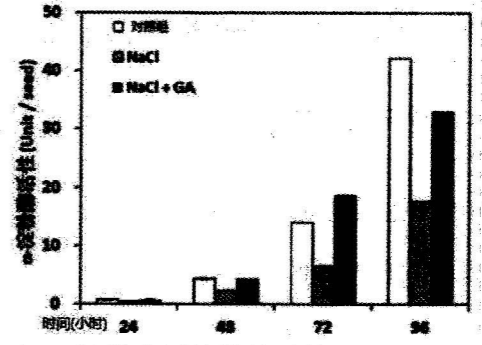
31. (10分) 植物体的生长发育过程与周围环境息息相关, 不利于植物生长的环境被认为是胁迫因素, 这种胁迫可以分为生物性胁迫和非生物性胁迫, 非生物性胁迫包括高温干旱、低温冻害、盐胁迫等。其中土壤的盐胁迫是一种常见的非生物胁迫, 在农业生产上造成了不小的损失。请根据下列有关“盐胁迫下植物激素对水稻种子萌发”的相关实验, 回答下列问题:

(1) 赤霉素 (GA) 具有解除休眠, \_\_\_\_\_ (促进或抑制) 种子萌发的作用, GA<sub>1</sub> 和 GA<sub>4</sub> 是水稻中主要的有活性 GA, 为了进一步验证盐胁迫与 GA 在影响种子萌发时的关系, 生物学家做了如下实验:



- ①根据上面的实验 A 能够得到的结论: \_\_\_\_\_
- ②根据上面的实验 B 能够得到的结论: \_\_\_\_\_

(2) 在水稻种子中储备最多的物质是淀粉。淀粉颗粒能被 α-淀粉酶水解为有机小分子, 为种子萌发提供营养和能量, 为了研究盐胁迫对种子萌发的抑制作用是不是由 α-淀粉酶活性的改变所引起的, 我们分别定量检测蒸馏水 (对照)、120mMNaCl、120mMNaCl+50 μMGA 处理后水稻种子中 α-淀粉酶活性。结果如图所示:

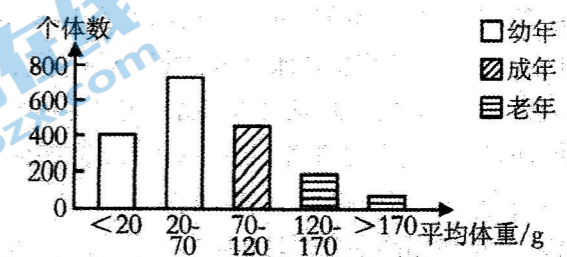


根据上面的实验能够得到 NaCl 与 α-淀粉酶活性的关系是: \_\_\_\_\_。

32. (10分) 艾溪湖湿地公园是南昌市一块典型城市天然湿地, 位于高新开发区艾溪湖东岸, 占地 2500 余亩, 北起城东一路、南至北京东路、东起长堤路、西至艾溪湖东堤, 与 4.5 平方公里艾溪湖相邻。

- (1) 从群落的空间结构分析, 该湿地公园的河流、沼泽和环湖森林等环境中分布的各种生物构成了群落的\_\_\_\_\_结构。
- (2) 某调查小组对艾溪湖湿地公园生态系统进行了相关调查。

①下图某高中生物兴趣小组的同学对艾溪湖湿地公园 5 月份的虎纹蛙数量调查结果, 只根据该图预测: 未来一段时间该种群数量在一段时间内的变化趋势属于\_\_\_\_\_型。



②下表为艾溪湖湿地公园中各营养级的能量流动情况 (单位: J · cm<sup>2</sup> · a<sup>-1</sup>)。

能量类型 生物类型	呼吸散失	流入下一营养级	未被利用	X	人工输入的有机物
第一营养级	46	18	99	7	0
第二营养级	7.7	Y	11	1.3	6
第三营养级	6.3	0.7	6.1	0.9	9
第四营养级	1	0.2	1	0.5	2

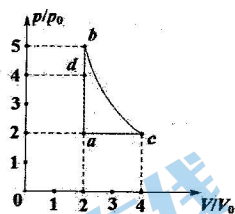
分析表中数据可知, 流入该生态系统的总能量是\_\_\_\_\_ J · cm<sup>2</sup> · a<sup>-1</sup>, X 是指\_\_\_\_\_的能量, 第二、第三营养级之间的能量传递效率为\_\_\_\_\_ (结果保留小数点后一位)。

(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, 并用 2B 铅笔在答题卡上把所选题目的题号涂黑。注意所做题目的题号必须与所涂题目的题号一致, 并在答题卡选答区域指定位置答题。如果多做, 则每学科按所做的第一题计分。

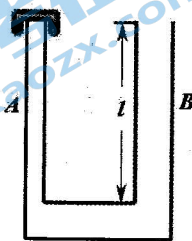
33.【物理选修 3-3】(共 15 分)

(1) (5 分) 如图, 一定质量的理想气体从状态  $a$  经等容过程  $ab$ 、绝热过程  $bc$ 、等压过程  $ca$  后又回到状态  $a$ 。对此气体, 下列说法正确的是 ( )

- A. 状态  $b$  处的温度高于状态  $c$  处的温度
- B.  $ab$  过程中, 气体始终吸热
- C.  $bc$  过程中, 内能逐渐减少
- D.  $ca$  过程中, 气体对外做功
- E.  $ca$  过程中, 气体始终吸热



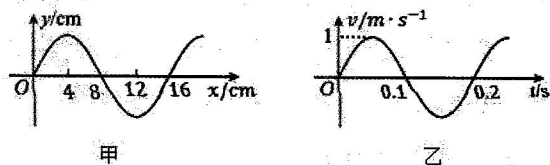
(2) (10 分) 如图所示, 一玻璃装置放在水平桌面上, 竖直薄壁玻璃管  $A$ 、 $B$  粗细均匀, 两管的下端在同一水平面内且相互连通。 $A$  管的横截面积为  $S_A = 5\text{cm}^2$ , 上端放一个质量  $m = 500\text{g}$  的盖子封闭,  $B$  管的横截面积为  $S_B = 20\text{cm}^2$ , 上端开口,  $A$ 、 $B$  两管的长度均为  $l = 33\text{cm}$ , 现将水银从  $B$  管缓慢注入, 直至盖子恰好被整体顶起, 放出少许气体后又重新盖上, 其内部气体压强立刻减为大气压强。已知大气压强  $p_0 = 1 \times 10^5\text{Pa}$ , 相当于 75cm 汞柱产生的压强, 重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ , 求:



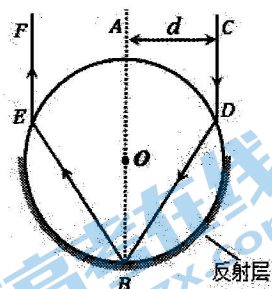
- (i) 盖子被顶起时  $A$  管内气柱的长度  $l_1$ ;
- (ii) 继续将水银从  $B$  管上端缓慢注入, 盖子再次被顶起时  $A$  管内气柱的长度  $l_2$ 。

34.【物理选修 3-4】(共 15 分)

(1) (5 分) 某同学为了研究水波的传播特点, 在水面上放有稳定波源,  $O$  为波源位置产生的水波沿水平方向传播 (视为简谐波), 如图甲所示, 由该时刻开始计时, 在波源的右侧某位置放有浮漂, 内有速度传感器,  $v-t$  图像如图乙所示, 向上为正方向, 则 ( )



- A. 水波的波长为 16cm
- B. 浮标的振动的频率为 5Hz
- C. 水波的传播速度大小为 1m/s
- D.  $x = 8\text{cm}$  处的质点该时刻向  $x$  轴正方向运动
- E. 浮标放置的位置可能为  $x = 12\text{cm}$



(2) (10 分) 一半径  $R = 6\text{cm}$  的圆形玻璃柱, 横截面如图所示,  $O$  为圆心, 下半部分涂有反射层。一束单色光从真空中沿  $CD$  方向平行于直径  $AOB$  射到玻璃柱的  $D$  点,  $CD$  与  $AB$  间距离  $d = 3\sqrt{3}\text{cm}$ , 若该光束射入球体经  $B$  点反射后由  $E$  点再次折射回真空中, 此时的出射光线刚好与入射光线平行, 已知光在真空中的速度为  $3 \times 10^8\text{m/s}$ , 求:

- (i) 玻璃柱的折射率;
- (ii) 光在玻璃柱中的传播时间。

35.[化学——选修 3: 物质结构与性质] (15 分)

载氢体与储氢材料的研究是氢能利用的关键技术。回答以下问题:

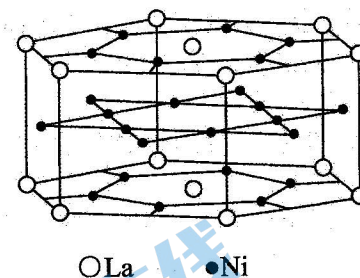
(1) 氮原子激发态的电子排布式有 \_\_\_\_\_, 其中能量最高的是 \_\_\_\_\_。(填标号)

- a.  $1s^2 2s^2 2p^2 3s^1$
- b.  $1s^2 2s^1 2p^4$
- c.  $1s^2 2s^2 2p^1 3p^2$
- d.  $1s^2 2s^2 2p^1 3d^1$

(2)  $\text{PH}_3$  和  $\text{NH}_3$  为两种常见的三角锥形气态分子, 其键角分别  $93^\circ 6'$  和  $107^\circ$ , 试用价层电子对互斥模型分析  $\text{PH}_3$  的键角小于  $\text{NH}_3$  的原因: \_\_\_\_\_。 $\text{NH}_3$  的沸点比  $\text{PH}_3$  大但比  $\text{H}_2\text{O}$  小的原因是: \_\_\_\_\_。

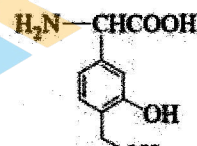
(3) 载氢体氨硼烷 ( $\text{NH}_3\text{BH}_3$ ) 和氨硼烷锂 ( $\text{LiNH}_2\text{BH}_3$ ) 被认为是最具潜力的新型储氢材料, 氨硼烷锂 ( $\text{LiNH}_2\text{BH}_3$ ) 中存在的化学键类型为 \_\_\_\_\_,  $\text{NH}_3\text{BH}_3$  分子中存在配位键,  $\text{N}$  原子与  $\text{B}$  原子的杂化类型分别为 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(4) 某种储氢材料  $\text{LaNi}_5$  的晶体结构已经测定, 属六方晶系, 晶胞参数  $a = 511\text{pm}$ ,  $c = 397\text{pm}$ , 晶体结构如图所示:



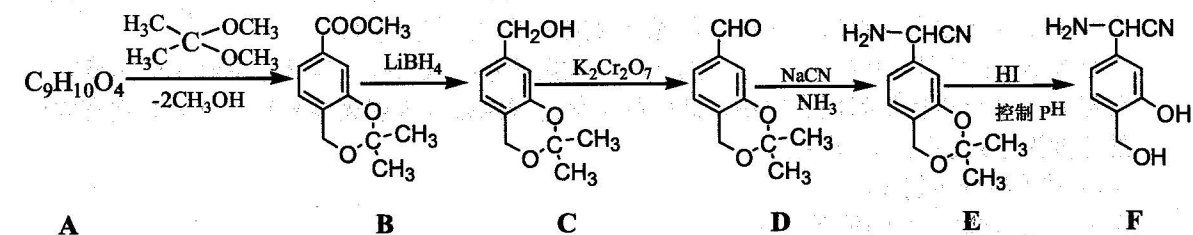
已知上述晶体结构最多可容纳 18 个氢原子, 写出完全吸氢后物质的化学式为 \_\_\_\_\_, 并计算该储氢材料完全吸氢后氢的密度 \_\_\_\_\_  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , (列出计算式即可, 阿伏伽德罗常数为  $N_A$ , 忽略吸氢前后晶胞的体积变化)。

36.[化学——选修 5: 有机化学基础] (15 分)



福酚美克 ( ) 是一种影响机体免疫力功能的药物。有机物  $F$  是合成福酚美克的中间产物, 可通过以下方法合成:

的中间产物, 可通过以下方法合成:



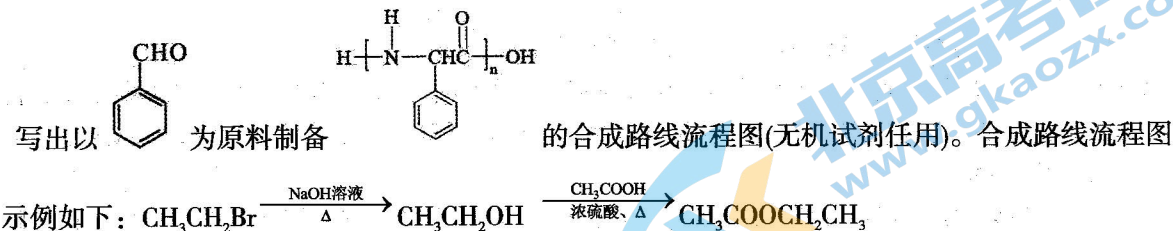
- (1) B 中的含氧官能团有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_ (填名称)  
 (2) C→D 的转化属于\_\_\_\_\_反应(填反应类型)  
 (3) A→B 的反应方程式为\_\_\_\_\_

(4) 已知 E→F 的转化属于取代反应, 则反应中另一产物的结构简式为\_\_\_\_\_

(5) D 的同分异构体 X 满足下列条件的结构有\_\_\_\_\_种, 写出其中一种同分异构体的结构简式: \_\_\_\_\_

I. X 分子中有 5 种不同化学环境的氢。  
 II. X 能发生银镜反应  
 III. X 能与 NaHCO<sub>3</sub> 溶液发生反应

(6) 根据已有知识并结合相关信息,



37. (15 分) 小明的教室离厕所很近, 厕所里散发出的味道让小明无法安心学习。小明认为厕所的气味主要来源于尿素, 于是决定用生物课上学过的知识来解决这个问题。

(1) 小明想从土壤中分离出一种能分解尿素的细菌, 用含这种细菌的培养液来分解厕所的尿素。在配制培养基的时候, 除了尿素外, 还可以加入下列哪种或哪些物质作为碳源? ( )

- A. 葡萄糖 B. 牛肉膏 C. 蛋白胨 D. 氨基酸

从功能上来分类, 小明配制的这种培养基属于\_\_\_\_\_培养基。

(2) 在培养基上获得很多菌落后, 可以根据菌落的形状、大小、隆起程度、\_\_\_\_\_等方面的特征来区分菌落是否同一种细菌形成的。这其中也有一些不能分解尿素的细菌形成的菌落, 可能是因为尿素分解成的\_\_\_\_\_扩散到了培养基中, 为这些细菌提供了\_\_\_\_\_。请设计一个方法, 进一步区分一个菌落是否真能分解尿素: \_\_\_\_\_

(3) 细菌培养液喷洒后会被水冲走, 无法重复使用。小明想到了用固定化细胞技术将细菌细胞固定, 放到厕所里方便长期使用。固定化细胞常采用\_\_\_\_\_法固定化。

38. (15 分) 2018 年 11 月基因编辑婴儿事件震惊了世界, 舆论一片哗然, 某副教授团队利用 CRISPR/Cas9 基因编辑技术将受精卵中的艾滋病病毒受体基因 CCR5 (CCR5 蛋白是 HIV-I 感染的“入口”) 进行修改, 拟培育出具有艾滋病免疫能力的基因编辑婴儿。下图 1、图 2 分别为相关的技术原理和实施过程。

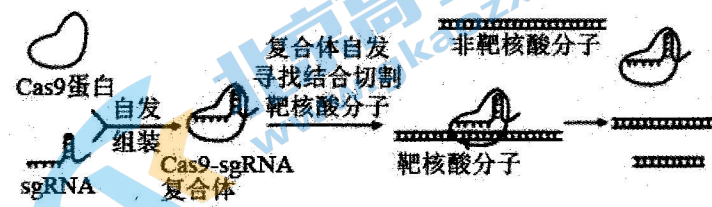


图1

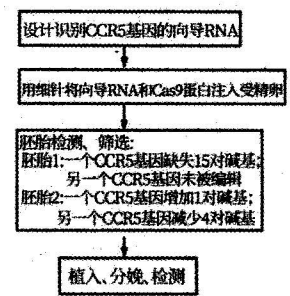


图2

- (1) CRISPR/Cas9 系统是由 Cas9 蛋白和向导 RNA (SgRNA) 组成的复合体。在基因编辑过程中, SgRNA 引导 Cas9 到外源 DNA 的特定位点进行切割, Cas9 蛋白可能是一种特殊的\_\_\_\_\_酶, Cas9/sgRNA 复合体能够精准识别某核苷酸序列的原因可能是\_\_\_\_\_。
- (2) 将 Cas9 蛋白和向导 RNA 序列注入受精卵的方法称为\_\_\_\_\_。
- (3) 操作后的受精卵需要先在发育培养液中继续培养以检查\_\_\_\_\_。其培养液成分比较复杂, 请列举除水和血清以外课本中出现的三类营养成分\_\_\_\_\_。
- (4) 利用 CRISPR/Cas9 基因编辑技术敲除一个长度为 1200bp 的基因, 在 DNA 水平上判断基因敲除是否成功所采用的方法是\_\_\_\_\_, 该方法的操作步骤是\_\_\_\_\_。
- (5) 我们国家明令禁止的以\_\_\_\_\_为目的的人类胚胎基因编辑活动, 随后我国科技部官网已提出全面暂停此项研究。

## 理科数学参考答案及评分标准

一、选择题：本大题共 12 个小题，每小题 5 分，共 60 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。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
答案	D	C	B	A	D	D	C	A	C	B	D	A

二、填空题：本大题共 4 小题，每小题 5 分，满分 20 分。

13. 0.6                      14. 2                      15.  $-\frac{1}{2}$                       16.  $[\frac{1}{12}, \frac{7}{12}]$

三、解答题：共 70 分。解答应写出文字说明、证明过程或演算步骤。第 17 题-21 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 22 题、23 题为选考题，考生根据要求作答。

17. 【解析】(1) 将图象平移至  $A$  与原点  $O$  重合，则  $A'(0,0), B'(\frac{T}{4}, 1), C'(\frac{3T}{4}, -1)$ ，  
 所以  $\overrightarrow{A'B'} = (\frac{T}{4}, 1), \overrightarrow{A'C'} = (\frac{3T}{4}, -1)$ ，  
 所以  $\overrightarrow{AB} \cdot \overrightarrow{AC} = \overrightarrow{A'B'} \cdot \overrightarrow{A'C'} = \frac{3T^2}{16} - 1$ ， ..... 4 分

所以  $\frac{3T^2}{16} - 1 = 2$ ，解得  $T = 4$ ，  
 故  $\frac{2\pi}{\omega} = 4$ ，解得  $\omega = \frac{\pi}{2}$ 。 ..... 6 分

(2) 因为  $f(2) - f(\frac{4}{3}) = \sin(\pi + \varphi) - \sin(\frac{2\pi}{3} + \varphi) = -\frac{1}{2}\sin\varphi - \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\varphi = -\sin(\varphi + \frac{\pi}{3})$ ，  
 所以  $-\sin(\varphi + \frac{\pi}{3}) = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ ，即  $\sin(\varphi + \frac{\pi}{3}) = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ， ..... 9 分

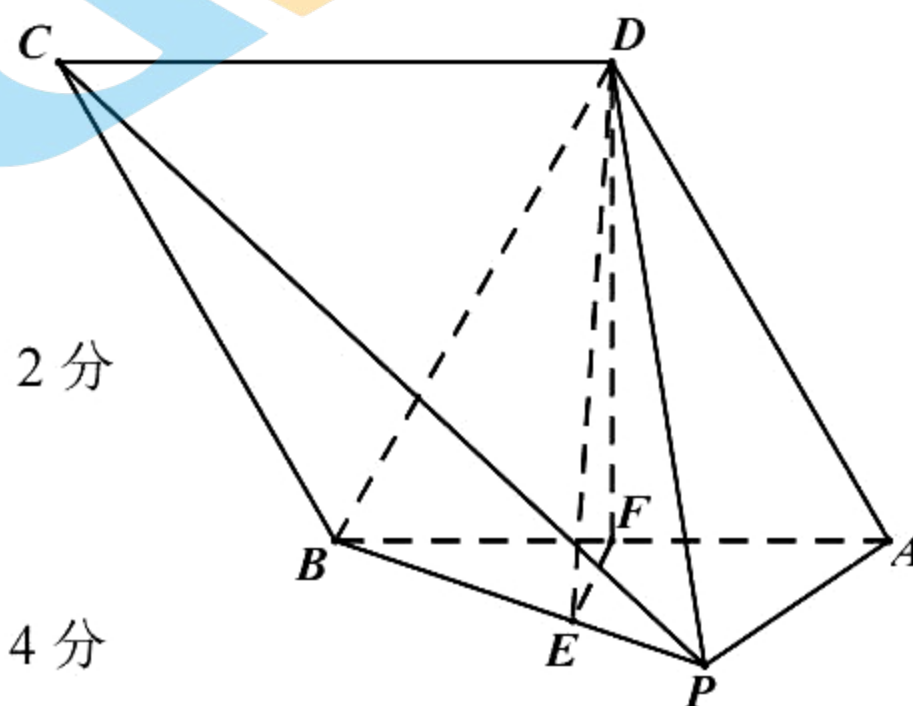
所以  $\varphi + \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3} + 2k\pi$  或  $\varphi + \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{3} + 2k\pi (k \in Z)$ ，  
 即  $\varphi = 2k\pi$  或  $\varphi = \frac{\pi}{3} + 2k\pi (k \in Z)$ ， ..... 11 分

又  $0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$ ，所以  $\varphi = \frac{\pi}{3}$ 。 ..... 12 分

18. 【解析】(1) 如图，取  $AB$  的中点  $F$ ，  
 连接  $DB, EF, DF$ ，

因为底面  $ABCD$  是边长为 4 的菱形，  
 $\angle DAB = \frac{\pi}{3}$ ，所以  $DF \perp AB$ ， ..... 2 分

因为  $CD \perp DE$ ，所以  $AB \perp DE$ ，  
 因为  $DF \cap DE = D$ ，所以  $AB \perp$  平面  $DEF$ ，  
 所以  $AB \perp EF$ ， ..... 4 分





在  $\triangle PAB$  中, 如图, 因为  $AB=4$ ,

所以  $PE = \frac{2\sqrt{3}}{3}$ ; ..... 6分

(2) 因为平面  $PAB \perp$  平面  $ABCD$ ,  $DF \perp AB$ , 所以  $DF \perp$  平面  $PAB$ , 如图, 以  $FE$  为  $x$  轴, 以  $FA$  为  $y$  轴, 以  $FD$  为  $z$  轴, 建立空间直角坐标系,

则  $E(\frac{2\sqrt{3}}{3}, 0, 0)$ ,  $D(0, 0, 2\sqrt{3})$ ,  $C(0, -4, 2\sqrt{3})$ ,  $P(\sqrt{3}, 1, 0)$ ,

则  $\overrightarrow{PC} = (-\sqrt{3}, -3, 2\sqrt{3})$ ,  $\overrightarrow{CD} = (0, 4, 0)$ ,

设平面  $PCD$  的法向量为  $\vec{n} = (x, y, z)$ ,

则  $\begin{cases} \overrightarrow{PC} \cdot \vec{n} = 0 \\ \overrightarrow{CD} \cdot \vec{n} = 0 \end{cases}$ , 所以  $\begin{cases} -\sqrt{3}x - 3y + 2\sqrt{3}z = 0 \\ 4y = 0 \end{cases}$ ,

令  $x=2$ , 得  $\vec{n} = (2, 0, 1)$ , ..... 9分

因为  $\overrightarrow{DE} = (\frac{2\sqrt{3}}{3}, 0, -2\sqrt{3})$ , ..... 10分

所以  $\cos \langle \vec{n}, \overrightarrow{DE} \rangle = \frac{\vec{n} \cdot \overrightarrow{DE}}{|\vec{n}| \cdot |\overrightarrow{DE}|} = \frac{-\frac{2\sqrt{3}}{3}}{\sqrt{5} \times \frac{2\sqrt{30}}{3}} = -\frac{\sqrt{2}}{10}$ ,

所以直线  $DE$  与平面  $CDP$  所成角的正弦值  $\frac{\sqrt{2}}{10}$ . ..... 12分

19. 【解析】(1) 由已知,  $\bar{x}=3$ , 所以  $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 10$ ,

因此, 如果选择模型  $y = a + bx$ ,

则相关系数  $r_1 = \frac{47}{\sqrt{10} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$ , ..... 2分

如果选择模型  $y = a + b \ln x$ , 即  $y = a + bu$ ,

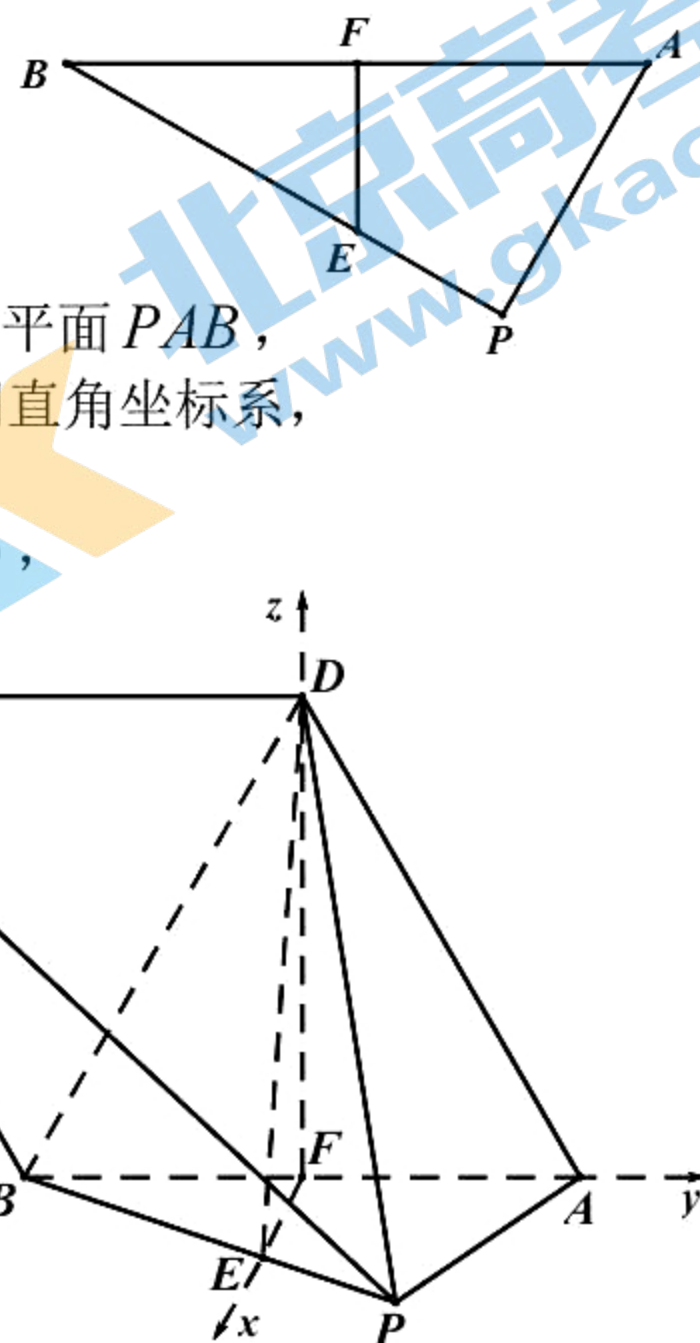
则相关系数  $r_2 = \frac{19.38}{\sqrt{1.615} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$ , ..... 4分

因为  $(\frac{47}{\sqrt{10}})^2 = 220.9$ ,  $(\frac{19.38}{\sqrt{1.615}})^2 = 232.56$ ,

所以  $0 < r_1 < r_2$ , 故选择  $y = a + b \ln x$  更适宜作为  $y$  关于  $x$  的回归模型. .... 6分

(2) 因为  $\sum_{i=1}^5 u_i \approx 4.79$ ,  $\sum_{i=1}^5 y_i = 62$ ,

所以  $\bar{u} = \frac{4.79}{5} = 0.958$ ,  $\bar{y} = \frac{62}{5} = 12.4$ , ..... 8分



$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} = \frac{19.38}{1.615} = 12, \quad \dots\dots\dots 10 \text{分}$$

所以  $a = \bar{y} - b\bar{u} = 12.4 - 12 \times 0.958 = 0.904$ ,  
 所以  $y$  关于  $x$  的回归方程为  $y = 0.904 + 12 \ln x$ .  $\dots\dots\dots 12 \text{分}$

20. 【解析】(1) 因为直线  $A_2B$  的斜率为  $-\frac{1}{2}$ , 所以  $\frac{b}{a} = \frac{1}{2}$ ,  $\dots\dots\dots 2 \text{分}$

焦距  $2c = 2\sqrt{3}$ , 因此  $a^2 - b^2 = 3$ ,  $\dots\dots\dots 2 \text{分}$

解得  $a = 2, b = 1$ , 所以椭圆  $C$  的方程是  $\frac{x^2}{4} + y^2 = 1$ ;  $\dots\dots\dots 4 \text{分}$

(2) 因为  $A_2(2, 0)$ , 所以直线  $l_2$  的方程为  $y = k(x - 2) (k < -\frac{1}{2})$

联立  $\begin{cases} y = k(x - 2) \\ \frac{x^2}{4} + y^2 = 1 \end{cases}$ , 整理得  $(4k^2 + 1)x^2 - 16k^2x + 16k^2 - 4 = 0$ .

则  $x_Q + 2 = \frac{16k^2}{4k^2 + 1}$ , 故  $x_Q = \frac{8k^2 - 2}{4k^2 + 1}$ ,

则  $y_Q = k(x_Q - 2) = \frac{-4k}{4k^2 + 1}$ .

所以  $Q(\frac{8k^2 - 2}{4k^2 + 1}, \frac{-4k}{4k^2 + 1})$ .

又直线  $A_1B$  的方程为  $y = \frac{1}{2}x + 1$ .

联立  $\begin{cases} y = \frac{1}{2}x + 1 \\ y = k(x - 2) \end{cases}$ , 解得  $P(\frac{4k + 2}{2k - 1}, \frac{4k}{2k - 1})$ .  $\dots\dots\dots 9 \text{分}$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{|QR| \cdot |QP|}{|QB| \cdot |QA_2|} = \frac{y_Q}{1 - y_Q} \cdot \frac{y_P - y_Q}{y_Q} = \frac{y_P - y_Q}{1 - y_Q} = \frac{-8k \cdot (2k - 1)}{(2k + 1) \cdot (8k^2 - 2)} \cdot \frac{-2k \cdot (2k + 1)}{2k - 1} = \frac{16k^2}{8k^2 - 2} = \frac{8}{4 - \frac{1}{k^2}}$$

因为  $k < -\frac{1}{2}$ , 所以  $k^2 > \frac{1}{4}, 0 < \frac{1}{k^2} < 4$ , 所以  $\frac{S_1}{S_2} \in (2, +\infty)$ .  $\dots\dots\dots 12 \text{分}$

21. 【解析】(1) 当  $a = 1, k = 2$  时, 此时  $f(x) = -\frac{1}{x} - 2x + \ln x$ ,

则  $f'(x) = \frac{1}{x^2} - 2 + \frac{1}{x} = \frac{(2x + 1)(x - 1)}{x^2}$ ,  $\dots\dots\dots 2 \text{分}$

当  $0 < x < 1$  时,  $f'(x) > 0$ , 则  $f(x)$  在  $(0, 1)$  单调递增;

当  $x > 1$  时,  $f'(x) < 0$ , 则  $f(x)$  在  $(1, +\infty)$  单调递减;

所以  $f(x)$  的极大值为  $f(1) = -3$ , 无极小值.

..... 5分

(2) 不妨设  $x_1 > x_2$ , 因为  $f(x_1) = f(x_2)$ ,

$$\text{则 } -\frac{1}{x_1} - kx_1 + a \ln x_1 = -\frac{1}{x_2} - kx_2 + a \ln x_2$$

$$\frac{x_1 - x_2}{x_1 x_2} + a \ln \frac{x_1}{x_2} = k(x_1 - x_2), \text{ 所以 } \frac{1}{x_1 x_2} + a \frac{\ln \frac{x_1}{x_2}}{x_1 - x_2} = k, \text{ ..... 7分}$$

$$\text{由 } f'(x) = \frac{1}{x^2} + \frac{a}{x} - k, \text{ 则 } f'(x_1) + f'(x_2) = \frac{1}{x_1^2} + \frac{1}{x_2^2} + a\left(\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2}\right) - 2k,$$

$$f'(x_1) + f'(x_2) = \frac{1}{x_1^2} + \frac{1}{x_2^2} + a\left(\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2}\right) - 2\left(\frac{1}{x_1 x_2} + a \frac{\ln \frac{x_1}{x_2}}{x_1 - x_2}\right)$$

$$\text{即 } f'(x_1) + f'(x_2) = \frac{1}{x_1^2} + \frac{1}{x_2^2} - \frac{2}{x_1 x_2} + a\left(\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} - 2 \frac{\ln \frac{x_1}{x_2}}{x_1 - x_2}\right)$$

$$\text{所以 } f'(x_1) + f'(x_2) = \frac{(x_1 - x_2)^2}{x_1^2 x_2^2} + a \frac{1}{x_1 - x_2} \left(\frac{x_1^2 - x_2^2}{x_1 x_2} - 2 \ln \frac{x_1}{x_2}\right)$$

$$\text{即 } f'(x_1) + f'(x_2) = \frac{(x_1 - x_2)^2}{x_1^2 x_2^2} + a \frac{1}{x_1 - x_2} \left(\frac{x_1}{x_2} - \frac{x_2}{x_1} - 2 \ln \frac{x_1}{x_2}\right), \text{ ..... 10分}$$

设  $t = \frac{x_1}{x_2} \in (1, +\infty)$ , 构造函数  $\varphi(t) = t - \frac{1}{t} - 2 \ln t (t > 1)$ ,

$$\text{则 } \varphi'(t) = 1 + \frac{1}{t^2} - \frac{2}{t} = \frac{t^2 - 2t + 1}{t^2} > 0,$$

所以  $\varphi(t)$  在  $(1, +\infty)$  上为增函数,

所以  $\varphi(t) > \varphi(1) = 0$ ,

$$\text{因为 } \frac{(x_1 - x_2)^2}{x_1^2 x_2^2} > 0, \frac{1}{x_1 - x_2} > 0, a > 0,$$

所以  $f'(x_1) + f'(x_2) > 0$ .

..... 12分

22. 【解析】(1) 由题意, 点  $P$  的极坐标为  $(2\sqrt{2}, \frac{3\pi}{4})$ , ..... 2分

因为分界线  $C_1$  的圆心在  $y$  轴上, 且直径为 4,

则其直角坐标方程为  $x^2 + (y - 2)^2 = 4$ , 即  $x^2 + y^2 - 4y = 0 (x \geq 0)$ ,

可得其极坐标方程为  $\rho^2 - 4\rho \sin \theta = 0 (0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2})$ ,

即  $\rho = 4\sin\theta (0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2})$ .

(2) 由太极图的对称性可知,  $M, N$  两点关于极点对称,  
所以  $S_{\Delta PMN} = 2S_{\Delta OPM} = 2 \times \frac{1}{2} |OP| |OM| \sin \angle POM$ ,

设直线  $l$  的极坐标方程为  $\theta = \alpha (0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2})$ ,

则  $M(4\sin\alpha, \alpha)$ ,  $\angle POM = \frac{3}{4}\pi - \alpha$ ,

所以  $S_{\Delta PMN} = 2S_{\Delta OPM} = 2 \times \frac{1}{2} \times 2\sqrt{2} \times 4\sin\alpha \cdot \sin(\frac{3}{4}\pi - \alpha)$

$$= 8\sqrt{2} \sin\alpha (\frac{\sqrt{2}}{2} \cos\alpha + \frac{\sqrt{2}}{2} \sin\alpha)$$

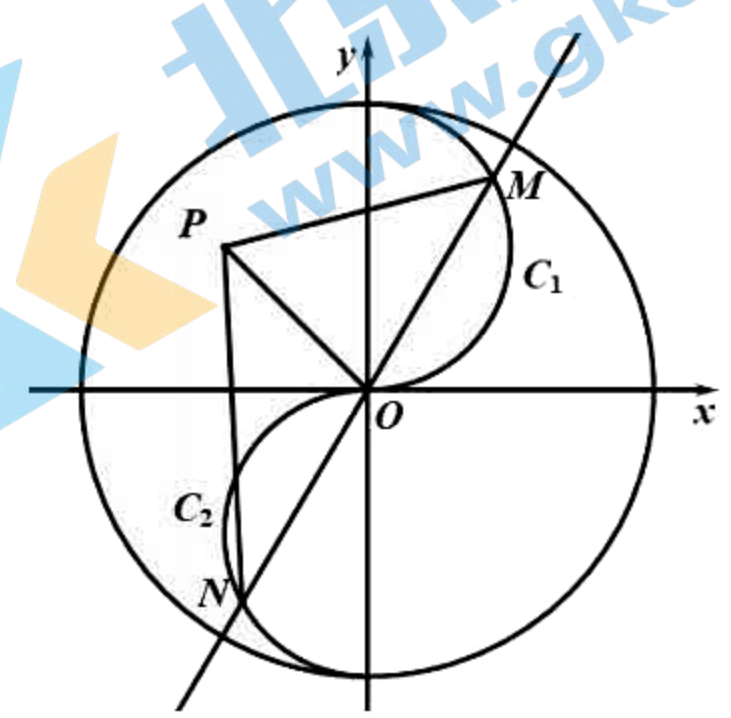
$$= 4\sin 2\alpha + 4(1 - \cos 2\alpha)$$

$$= 4\sqrt{2} \sin(2\alpha - \frac{\pi}{4}) + 4,$$

因为  $0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$ , 则  $-\frac{\pi}{4} \leq 2\alpha - \frac{\pi}{4} \leq \frac{3\pi}{4}$ ,

所以当  $2\alpha - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2}$ , 即  $\alpha = \frac{3\pi}{8}$  时,  $\Delta PMN$  面积的最大值为  $4\sqrt{2} + 4$ .

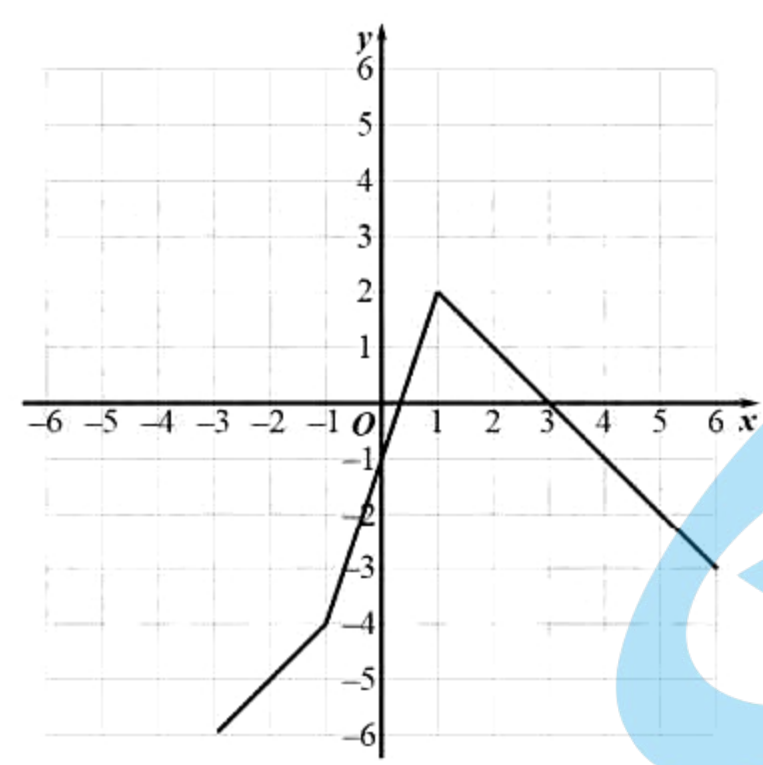
..... 5分



..... 8分

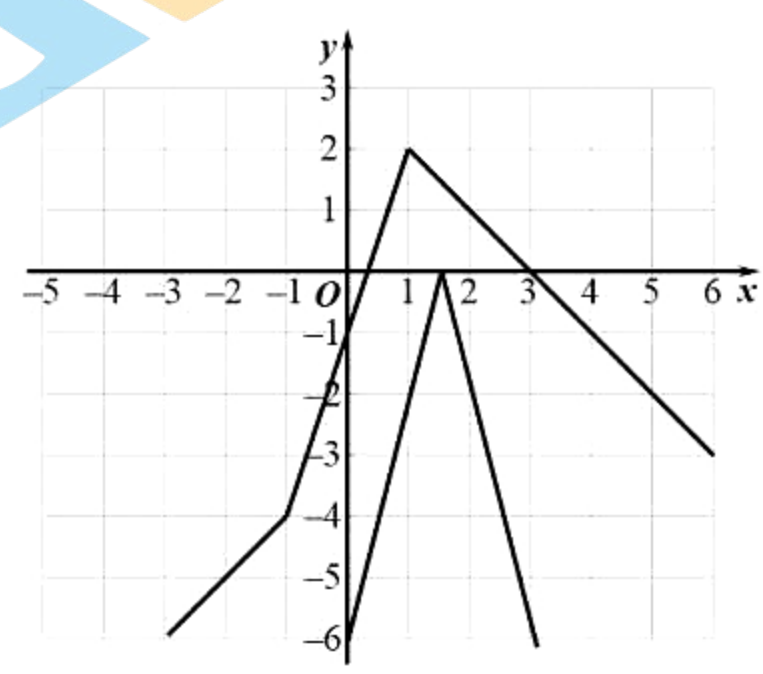
23. 【解析】(1)  $f(x) = |x+1| - |2x-2| = \begin{cases} x-3, & x \leq -1, \\ 3x-1, & -1 < x < 1, \\ -x+3, & x \geq 1, \end{cases}$  ..... 3分

其图象如下图所示:



..... 5分

(2) 由(1)知函数  $f(x)$  与  $x$  轴的交点为  $(\frac{1}{3}, 0)$  和  $(3, 0)$ ,  
结合函数  $f(x)$  和  $g(x)$  的图象可以知道,  
当  $a \leq -3$  时, 只需  $\frac{1}{3} \leq b \leq 3$ ,  
则  $f(x) \geq g(x)$  在  $\mathbb{R}$  上恒成立,



此时  $b - a \geq \frac{1}{3} + 3 = \frac{10}{3}$ , ..... 7分

当  $-3 < a \leq -1$  时, 过点  $(-1, -4)$  且斜率为  $-a$  的直线方程为  $y = -ax - a - 4$ ,

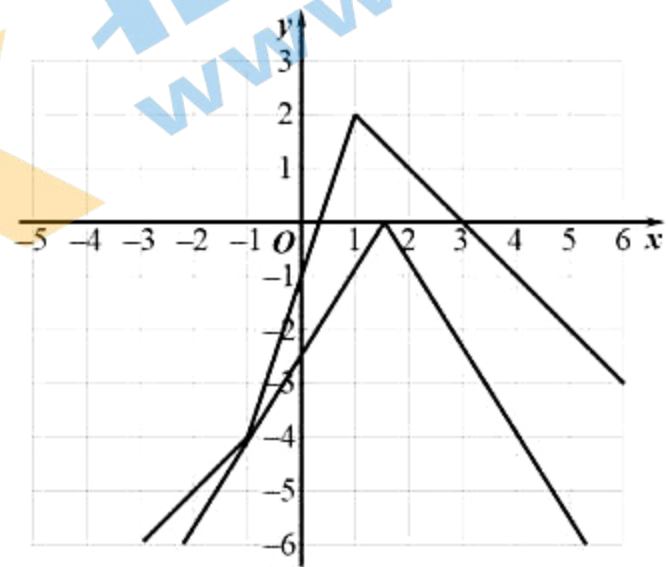
令  $y = 0$ , 则  $x = -\frac{4}{a} - 1$ , 要  $f(x) \geq g(x)$  在  $\mathbb{R}$  上恒成立,

则  $-\frac{4}{a} - 1 \leq b \leq 3$ ,

此时  $b - a \geq -\frac{4}{a} - 1 - a = -\frac{4}{a} - a - 1 \geq 2\sqrt{\left(-\frac{4}{a}\right) \times (-a)} - 1 = 3$ ,

当且仅当  $a = -2$  时等号成立.

综上:  $b - a$  的最小值为 3. .... 10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