

2016年全国统一高考数学试卷（文科）（新课标Ⅱ）

参考答案与试题解析

一、选择题：本大题共12小题，每小题5分，在每小题给出四个选项，只有一个选项符合题目要求。

1. （5分）已知集合 $A=\{1, 2, 3\}$, $B=\{x|x^2<9\}$, 则 $A \cap B=$ （ ）
- A. $\{-2, -1, 0, 1, 2, 3\}$ B. $\{-2, -1, 0, 1, 2\}$
C. $\{1, 2, 3\}$ D. $\{1, 2\}$

【考点】1E: 交集及其运算。

【专题】11: 计算题; 35: 转化思想; 40: 定义法; 5J: 集合。

【分析】先求出集合A和B, 由此利用交集的定义能求出 $A \cap B$ 的值。

【解答】解: ∵集合 $A=\{1, 2, 3\}$, $B=\{x|x^2<9\}=\{x|-3<x<3\}$,
 $\therefore A \cap B=\{1, 2\}$.

故选: D.

【点评】本题考查交集的求法, 是基础题, 解题时要认真审题, 注意交集定义的合理运用。

2. （5分）设复数 z 满足 $z+i=3-i$, 则 $\overline{z}=$ （ ）
- A. $-1+2i$ B. $1-2i$ C. $3+2i$ D. $3-2i$

【考点】A5: 复数的运算。

【专题】11: 计算题; 40: 定义法; 5N: 数系的扩充和复数。

【分析】根据已知求出复数 z , 结合共轭复数的定义, 可得答案。

【解答】解: ∵复数 z 满足 $z+i=3-i$,

$$\therefore z=3-2i,$$

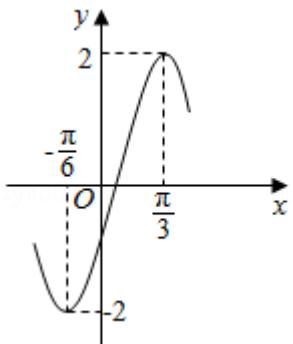
$$\therefore \overline{z}=3+2i,$$

故选: C.

【点评】本题考查的知识点是复数代数形式的加减运算, 共轭复数的定义, 难

度不大，属于基础题.

3. (5分) 函数 $y=Asin(\omega x+\phi)$ 的部分图象如图所示，则()



- A. $y=2\sin(2x-\frac{\pi}{6})$ B. $y=2\sin(2x-\frac{\pi}{3})$
C. $y=2\sin(x+\frac{\pi}{6})$ D. $y=2\sin(x+\frac{\pi}{3})$

【考点】HK：由 $y=Asin(\omega x+\phi)$ 的部分图象确定其解析式.

【专题】35：转化思想；4R：转化法；57：三角函数的图像与性质.

【分析】根据已知中的函数 $y=Asin(\omega x+\phi)$ 的部分图象，求出满足条件的A, ω , ϕ 值，可得答案.

【解答】解：由图可得：函数的最大值为2，最小值为-2，故A=2，

$$\frac{T}{2}=\frac{\pi}{3}-\frac{\pi}{6}=\frac{\pi}{6}, \text{ 故 } T=\pi, \omega=2,$$

故 $y=2\sin(2x+\phi)$ ，

将 $(\frac{\pi}{3}, 2)$ 代入可得： $2\sin(\frac{2\pi}{3}+\phi)=2$,

则 $\phi=-\frac{\pi}{6}$ 满足要求，

故 $y=2\sin(2x-\frac{\pi}{6})$ ，

故选：A.

【点评】本题考查的知识点是由 $y=Asin(\omega x+\phi)$ 的部分图象确定其解析式，确定各个参数的值是解答的关键.

4. (5分) 体积为8的正方体的顶点都在同一球面上，则该球面的表面积为()

)

- A. 12π B. $\frac{32}{3}\pi$ C. 8π D. 4π

【考点】LG: 球的体积和表面积.

【专题】 11: 计算题; 34: 方程思想; 49: 综合法; 5U: 球.

【分析】 先通过正方体的体积, 求出正方体的棱长, 然后求出球的半径, 即可求出球的表面积.

【解答】 解: 正方体体积为8, 可知其边长为2,

正方体的体对角线为 $\sqrt{4+4+4}=2\sqrt{3}$,

即为球的直径, 所以半径为 $\sqrt{3}$,

所以球的表面积为 $4\pi \cdot (\sqrt{3})^2=12\pi$.

故选: A.

【点评】 本题考查学生空间想象能力, 体积与面积的计算能力, 是基础题.

5. (5分) 设F为抛物线C: $y^2=4x$ 的焦点, 曲线 $y=\frac{k}{x}$ ($k>0$) 与C交于点P, $PF \perp x$ 轴, 则k= ()

- A. $\frac{1}{2}$ B. 1 C. $\frac{3}{2}$ D. 2

【考点】K8: 抛物线的性质.

【专题】 35: 转化思想; 4R: 转化法; 5D: 圆锥曲线的定义、性质与方程.

【分析】 根据已知, 结合抛物线的性质, 求出P点坐标, 再由反比例函数的性质, 可得k值.

【解答】 解: 抛物线C: $y^2=4x$ 的焦点F为(1, 0),

曲线 $y=\frac{k}{x}$ ($k>0$) 与C交于点P在第一象限,

由 $PF \perp x$ 轴得: P点横坐标为1,

代入C得: P点纵坐标为2,

故k=2,

故选: D.

【点评】本题考查的知识点是抛物线的简单性质，反比例函数的性质，难度中档。

6. (5分) 圆 $x^2+y^2 - 2x - 8y+13=0$ 的圆心到直线 $ax+y - 1=0$ 的距离为1，则 $a=$ （
）
A. $-\frac{4}{3}$ B. $-\frac{3}{4}$ C. $\sqrt{3}$ D. 2

【考点】IT：点到直线的距离公式；J9：直线与圆的位置关系。

【专题】35：转化思想；4R：转化法；5B：直线与圆。

【分析】求出圆心坐标，代入点到直线距离方程，解得答案。

【解答】解：圆 $x^2+y^2 - 2x - 8y+13=0$ 的圆心坐标为：(1, 4)，

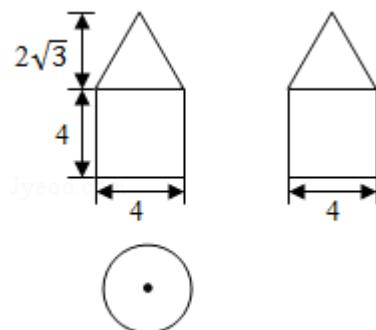
故圆心到直线 $ax+y - 1=0$ 的距离 $d=\frac{|a+4-1|}{\sqrt{a^2+1}}=1$ ，

解得： $a=-\frac{4}{3}$ ，

故选：A.

【点评】本题考查的知识点是圆的一般方程，点到直线的距离公式，难度中档

7. (5分) 如图是由圆柱与圆锥组合而成的几何体的三视图，则该几何体的表面积为（
）



- A. 20π B. 24π C. 28π D. 32π

【考点】L1：由三视图求面积、体积。

【专题】15: 综合题; 35: 转化思想; 49: 综合法; 5F: 空间位置关系与距离

【分析】空间几何体是一个组合体，上面是一个圆锥，圆锥的底面直径是4，圆锥的高是 $2\sqrt{3}$ ，在轴截面中圆锥的母线长使用勾股定理做出的，写出表面积，下面是一个圆柱，圆柱的底面直径是4，圆柱的高是4，做出圆柱的表面积，注意不包括重合的平面。

【解答】解：由三视图知，空间几何体是一个组合体，上面是一个圆锥，圆锥的底面直径是4，圆锥的高是 $2\sqrt{3}$ ，
 \therefore 在轴截面中圆锥的母线长是 $\sqrt{12+4}=4$ ，
 \therefore 圆锥的侧面积是 $\pi \times 2 \times 4 = 8\pi$ ，
下面是一个圆柱，圆柱的底面直径是4，圆柱的高是4，
 \therefore 圆柱表现出来的表面积是 $\pi \times 2^2 + 2\pi \times 2 \times 4 = 20\pi$
 \therefore 空间组合体的表面积是 28π ，
故选：C.

【点评】本题考查由三视图求表面积，本题的图形结构比较简单，易错点可能是两个几何体重叠的部分忘记去掉，求表面积就有这样的弊端。

8. (5分) 某路口人行横道的信号灯为红灯和绿灯交替出现，红灯持续时间为40秒。若一名行人来到该路口遇到红灯，则至少需要等待15秒才出现绿灯的概率为（ ）

- A. $\frac{7}{10}$ B. $\frac{5}{8}$ C. $\frac{3}{8}$ D. $\frac{3}{10}$

【考点】CF: 几何概型。

【专题】11: 计算题; 34: 方程思想; 49: 综合法; 5I: 概率与统计。

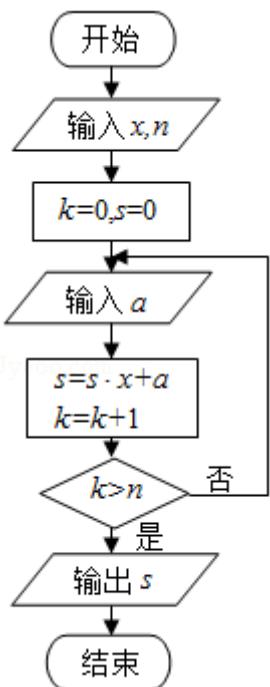
【分析】求出一名行人前25秒来到该路口遇到红灯，即可求出至少需要等待15秒才出现绿灯的概率。

【解答】解： \because 红灯持续时间为40秒，至少需要等待15秒才出现绿灯，
 \therefore 一名行人前25秒来到该路口遇到红灯，
 \therefore 至少需要等待15秒才出现绿灯的概率为 $\frac{25-5}{40} = \frac{5}{8}$ 。

故选：B.

【点评】本题考查概率的计算，考查几何概型，考查学生的计算能力，比较基础。

9. (5分)中国古代有计算多项式值的秦九韶算法，如图是实现该算法的程序框图。执行该程序框图，若输入的 $x=2$, $n=2$, 依次输入的 a 为2, 2, 5，则输出的 $s=$ ()



- A. 7 B. 12 C. 17 D. 34

【考点】EF：程序框图。

【专题】11：计算题；28：操作型；5K：算法和程序框图。

【分析】根据已知的程序框图可得，该程序的功能是利用循环结构计算并输出变量 s 的值，模拟程序的运行过程，可得答案。

【解答】解： \because 输入的 $x=2$, $n=2$,

当输入的 a 为2时， $s=2$, $k=1$, 不满足退出循环的条件；

当再次输入的 a 为2时， $s=6$, $k=2$, 不满足退出循环的条件；

当输入的 a 为5时， $s=17$, $k=3$, 满足退出循环的条件；

故输出的 s 值为17,

故选：C.

【点评】本题考查的知识点是程序框图，当循环次数不多，或有规律可循时，可采用模拟程序法进行解答.

10. (5分) 下列函数中，其定义域和值域分别与函数 $y=10^{\lg x}$ 的定义域和值域相同的是（ ）

- A. $y=x$ B. $y=\lg x$ C. $y=2^x$ D. $y=\frac{1}{\sqrt{x}}$

【考点】4K: 对数函数的定义域；4L: 对数函数的值域与最值.

【专题】11: 计算题；4O: 定义法；51: 函数的性质及应用.

【分析】分别求出各个函数的定义域和值域，比较后可得答案.

【解答】解：函数 $y=10^{\lg x}$ 的定义域和值域均为 $(0, +\infty)$ ，
函数 $y=x$ 的定义域和值域均为 \mathbb{R} ，不满足要求；
函数 $y=\lg x$ 的定义域为 $(0, +\infty)$ ，值域为 \mathbb{R} ，不满足要求；
函数 $y=2^x$ 的定义域为 \mathbb{R} ，值域为 $(0, +\infty)$ ，不满足要求；
函数 $y=\frac{1}{\sqrt{x}}$ 的定义域和值域均为 $(0, +\infty)$ ，满足要求；
故选：D.

【点评】本题考查的知识点是函数的定义域和值域，熟练掌握各种基本初等函数的定义域和值域，是解答的关键.

11. (5分) 函数 $f(x) = \cos 2x + 6 \cos(\frac{\pi}{2} - x)$ 的最大值为（ ）

- A. 4 B. 5 C. 6 D. 7

【考点】HW: 三角函数的最值.

【专题】33: 函数思想；4J: 换元法；56: 三角函数的求值；57: 三角函数的图像与性质.

【分析】运用二倍角的余弦公式和诱导公式，可得 $y=1 - 2\sin^2 x + 6\sin x$ ，令 $t=\sin x$ （ $-1 \leq t \leq 1$ ），可得函数 $y=-2t^2+6t+1$ ，配方，结合二次函数的最值的求法，

以及正弦函数的值域即可得到所求最大值.

【解答】解: 函数 $f(x) = \cos 2x + 6 \cos(\frac{\pi}{2} - x)$

$$= 1 - 2\sin^2 x + 6\sin x,$$

$$\text{令 } t = \sin x \quad (-1 \leq t \leq 1),$$

$$\text{可得函数 } y = -2t^2 + 6t + 1$$

$$= -2(t - \frac{3}{2})^2 + \frac{11}{2},$$

由 $\frac{3}{2} \notin [-1, 1]$, 可得函数在 $[-1, 1]$ 递增,

即有 $t=1$ 即 $x=2k\pi + \frac{\pi}{2}$, $k \in \mathbb{Z}$ 时, 函数取得最大值 5.

故选: B.

【点评】本题考查三角函数的最值的求法, 注意运用二倍角公式和诱导公式, 同时考查可化为二次函数的最值的求法, 属于中档题.

12. (5分) 已知函数 $f(x)$ ($x \in \mathbb{R}$) 满足 $f(x) = f(2-x)$, 若函数 $y = |x^2 - 2x - 3|$ 与

$$y = f(x)$$

图象的交点为 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , ..., (x_m, y_m) , 则 $\sum_{i=1}^m x_i = (\quad)$

A. 0

B. m

C. 2m

D. 4m

【考点】&2: 带绝对值的函数; &T: 函数迭代; 3V: 二次函数的性质与图象.

【专题】35: 转化思想; 4R: 转化法; 51: 函数的性质及应用.

【分析】根据已知中函数 $f(x)$ ($x \in \mathbb{R}$) 满足 $f(x) = f(2-x)$, 分析函数

的对称性, 可得函数 $y = |x^2 - 2x - 3|$ 与

$$y = f(x)$$

图象的交点关于直线 $x=1$ 对称, 进而得到答案.

【解答】解: ∵函数 $f(x)$ ($x \in \mathbb{R}$) 满足 $f(x) = f(2-x)$,

故函数 $f(x)$ 的图象关于直线 $x=1$ 对称,

函数 $y = |x^2 - 2x - 3|$ 的图象也关于直线 $x=1$ 对称,

故函数 $y = |x^2 - 2x - 3|$ 与 $y = f(x)$ 图象的交点也关于直线 $x=1$ 对称,

$$\text{故 } \sum_{i=1}^m x_i = \frac{m}{2} \times 2 = m,$$

故选：B.

【点评】本题考查的知识点是二次函数的图象和性质，函数的对称性质，难度中档.

二、填空题：本题共4小题，每小题5分.

13. (5分) 已知向量 $\vec{a} = (m, 4)$, $\vec{b} = (3, -2)$, 且 $\vec{a} \parallel \vec{b}$, 则 $m = \underline{-6}$.

【考点】9K: 平面向量共线（平行）的坐标表示.

【专题】11: 计算题; 29: 规律型; 5A: 平面向量及应用.

【分析】直接利用向量共线的充要条件列出方程求解即可.

【解答】解：向量 $\vec{a} = (m, 4)$, $\vec{b} = (3, -2)$, 且 $\vec{a} \parallel \vec{b}$,

可得 $12 = -2m$, 解得 $m = -6$.

故答案为：-6.

【点评】本题考査向量共线的充要条件的应用，考查计算能力.

14. (5分) 若 x, y 满足约束条件 $\begin{cases} x-y+1 \geqslant 0 \\ x+y-3 \geqslant 0 \\ x-3 \leqslant 0 \end{cases}$, 则 $z=x-2y$ 的最小值为 $\underline{-5}$.

【考点】7C: 简单线性规划.

【专题】11: 计算题; 29: 规律型; 31: 数形结合; 59: 不等式的解法及应用；5T: 不等式.

【分析】由约束条件作出可行域，化目标函数为直线方程的斜截式，数形结合得到最优解，联立方程组求得最优解的坐标，把最优解的坐标代入目标函数得答案.

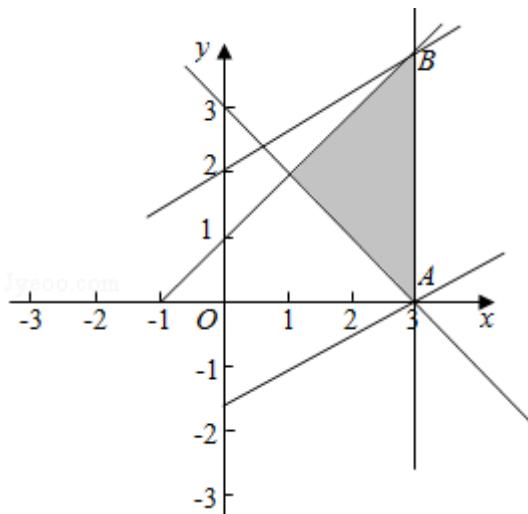
【解答】解：由约束条件 $\begin{cases} x-y+1 \geqslant 0 \\ x+y-3 \geqslant 0 \\ x-3 \leqslant 0 \end{cases}$ 作出可行域如图，

联立 $\begin{cases} x=3 \\ x-y+1=0 \end{cases}$, 解得 $B(3, 4)$.

化目标函数 $z=x - 2y$ 为 $y=\frac{1}{2}x - \frac{1}{2}z$,

由图可知, 当直线 $y=\frac{1}{2}x - \frac{1}{2}z$ 过 $B(3, 4)$ 时, 直线在 y 轴上的截距最大, z 有最小值为: $3 - 2 \times 4 = -5$.

故答案为: -5 .



【点评】本题考查简单的线性规划, 考查了数形结合的解题思想方法, 是中档题.

15. (5分) $\triangle ABC$ 的内角 A, B, C 的对边分别为 a, b, c , 若 $\cos A = \frac{4}{5}, \cos C = \frac{5}{13}$, $a=1$, 则 $b = \underline{\underline{\frac{21}{13}}}$.

【考点】HU: 解三角形.

【专题】34: 方程思想; 48: 分析法; 56: 三角函数的求值; 58: 解三角形.

【分析】运用同角的平方关系可得 $\sin A, \sin C$, 再由诱导公式和两角和的正弦公式, 可得 $\sin B$, 运用正弦定理可得 $b = \frac{a \sin B}{\sin A}$, 代入计算即可得到所求值.

【解答】解: 由 $\cos A = \frac{4}{5}, \cos C = \frac{5}{13}$, 可得

$$\sin A = \sqrt{1 - \cos^2 A} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5},$$

$$\sin C = \sqrt{1 - \cos^2 C} = \sqrt{1 - \frac{25}{169}} = \frac{12}{13},$$

$$\sin B = \sin(A+C) = \sin A \cos C + \cos A \sin C = \frac{3}{5} \times \frac{5}{13} + \frac{4}{5} \times \frac{12}{13} = \frac{63}{65},$$

由正弦定理可得 $b = \frac{a \sin B}{\sin A}$

$$= \frac{1 \times \frac{63}{65}}{\frac{3}{5}} = \frac{21}{13}.$$

故答案为: $\frac{21}{13}$.

【点评】本题考查正弦定理的运用, 同时考查两角和的正弦公式和诱导公式, 以及同角的平方关系的运用, 考查运算能力, 属于中档题.

16. (5分) 有三张卡片, 分别写有1和2, 1和3, 2和3. 甲, 乙, 丙三人各取走一张卡片, 甲看了乙的卡片后说: “我与乙的卡片上相同的数字不是2”, 乙看了丙的卡片后说: “我与丙的卡片上相同的数字不是1”, 丙说: “我的卡片上的数字之和不是5”, 则甲的卡片上的数字是1和3.

【考点】F4: 进行简单的合情推理.

【专题】2A: 探究型; 49: 综合法; 5L: 简易逻辑.

【分析】可先根据丙的说法推出丙的卡片上写着1和2, 或1和3, 分别讨论这两种情况, 根据甲和乙的说法可分别推出甲和乙卡片上的数字, 这样便可判断出甲卡片上的数字是多少.

【解答】解: 根据丙的说法知, 丙的卡片上写着1和2, 或1和3;

(1) 若丙的卡片上写着1和2, 根据乙的说法知, 乙的卡片上写着2和3;

∴根据甲的说法知, 甲的卡片上写着1和3;

(2) 若丙的卡片上写着1和3, 根据乙的说法知, 乙的卡片上写着2和3;

又甲说, “我与乙的卡片上相同的数字不是2”;

∴甲的卡片上写的数字不是1和2, 这与已知矛盾;

∴甲的卡片上的数字是1和3.

故答案为: 1和3.

【点评】考查进行简单的合情推理的能力, 以及分类讨论得到解题思想, 做这类题注意找出解题的突破口.

三、解答题：解答应写出文字说明、证明过程或演算步骤.

17. (12分) 等差数列 $\{a_n\}$ 中， $a_3+a_4=4$ ， $a_5+a_7=6$.

(I) 求 $\{a_n\}$ 的通项公式；

(II) 设 $b_n=[a_n]$ ，求数列 $\{b_n\}$ 的前10项和，其中 $[x]$ 表示不超过 x 的最大整数，如 $[0.9]=0$ ， $[2.6]=2$.

【考点】83: 等差数列的性质；84: 等差数列的通项公式.

【专题】11: 计算题；35: 转化思想；4R: 转化法；54: 等差数列与等比数列

【分析】 (I) 设等差数列 $\{a_n\}$ 的公差为 d ，根据已知构造关于首项和公差方程组，解得答案；

(II) 根据 $b_n=[a_n]$ ，列出数列 $\{b_n\}$ 的前10项，相加可得答案.

【解答】解： (I) 设等差数列 $\{a_n\}$ 的公差为 d ，

$$\because a_3+a_4=4, a_5+a_7=6.$$

$$\therefore \begin{cases} 2a_1+5d=4 \\ 2a_1+10d=6 \end{cases},$$

$$\text{解得: } \begin{cases} a_1=1 \\ d=\frac{2}{5} \end{cases},$$

$$\therefore a_n=\frac{2}{5}n+\frac{3}{5};$$

(II) $\because b_n=[a_n]$ ，

$$\therefore b_1=b_2=b_3=1,$$

$$b_4=b_5=2,$$

$$b_6=b_7=b_8=3,$$

$$b_9=b_{10}=4.$$

故数列 $\{b_n\}$ 的前10项和 $S_{10}=3\times 1+2\times 2+3\times 3+2\times 4=24$.

【点评】本题考查的知识点是等差数列的通项公式，等差数列的性质，难度中档.

18. (12分) 某险种的基本保费为 a (单位: 元), 继续购买该险种的投保人称为续保人, 续保人本年度的保费与其上年度出险次数的关联如下:

上年度出险次数	0	1	2	3	4	≥ 5
保费	0.85a	a	1.25a	1.5a	1.75a	2a

随机调查了该险种的200名续保人在一年内的出险情况, 得到如下统计表:

出险次数	0	1	2	3	4	≥ 5
频数	60	50	30	30	20	10

- (I) 记A为事件: “一续保人本年度的保费不高于基本保费”. 求 $P(A)$ 的估计值;
- (II) 记B为事件: “一续保人本年度的保费高于基本保费但不高于基本保费的160%”. 求 $P(B)$ 的估计值;
- (III) 求续保人本年度的平均保费估计值.

【考点】B2: 简单随机抽样.

【专题】11: 计算题; 29: 规律型; 51: 概率与统计.

- 【分析】(I) 求出A为事件: “一续保人本年度的保费不高于基本保费”的人数
. 总事件人数, 即可求 $P(A)$ 的估计值;
- (II) 求出B为事件: “一续保人本年度的保费高于基本保费但不高于基本保费的160%” 的人数. 然后求 $P(B)$ 的估计值;
- (III) 利用人数与保费乘积的和除以总续保人数, 可得本年度的平均保费估计值.

【解答】解: (I) 记A为事件: “一续保人本年度的保费不高于基本保费”. 事
件A的人数为: $60+50=110$, 该险种的200名续保,

$$P(A) \text{ 的估计值为: } \frac{110}{200} = \frac{11}{20};$$

- (II) 记B为事件: “一续保人本年度的保费高于基本保费但不高于基本保费的160%”. 事件B的人数为: $30+30=60$, $P(B)$ 的估计值为: $\frac{60}{200} = \frac{3}{10}$;

(III) 续保人本年度的平均保费估计值为 $\bar{x}=$

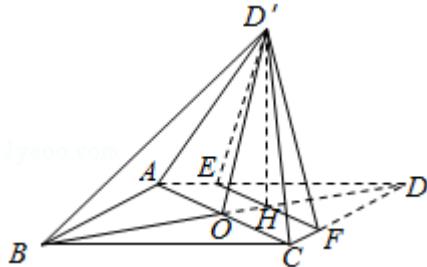
$$\frac{0.85a \times 60 + a \times 50 + 1.25a \times 30 + 1.5a \times 30 + 1.75a \times 20 + 2a \times 1}{200} = 1.1925a.$$

【点评】本题考查样本估计总体的实际应用，考查计算能力.

19. (12分) 如图，菱形ABCD的对角线AC与BD交于点O，点E、F分别在AD， CD上， $AE=CF$ ，EF交BD于点H，将 $\triangle DEF$ 沿EF折到 $\triangle D'EF$ 的位置.

(I) 证明： $AC \perp HD'$ ；

(II) 若 $AB=5$ ， $AC=6$ ， $AE=\frac{5}{4}$ ， $OD'=2\sqrt{2}$ ，求五棱锥 $D'-ABCDF$ 体积.



【考点】 LF：棱柱、棱锥、棱台的体积； LO：空间中直线与直线之间的位置关系.

【专题】 31：数形结合； 35：转化思想； 5F：空间位置关系与距离； 5Q：立体几何.

【分析】 (1) 根据直线平行的性质以菱形对角线垂直的性质进行证明即可.

(2) 根据条件求出底面五边形的面积，结合平行线段的性质证明 OD' 是五棱锥 $D'-ABCDF$ 的高，即可得到结论.

【解答】 (I) 证明： \because 菱形ABCD的对角线AC与BD交于点O，点E、F分别在AD， CD上， $AE=CF$ ，

$\therefore EF \parallel AC$ ，且 $EF \perp BD$

将 $\triangle DEF$ 沿EF折到 $\triangle D'EF$ 的位置，

则 $D'H \perp EF$ ，

$\because EF \parallel AC$ ，

$\therefore AC \perp HD'$ ；

(II) 若 $AB=5$ ， $AC=6$ ，则 $AO=3$ ， $BO=OD=4$ ，

$\because AE=\frac{5}{4}$ ， $AD=AB=5$ ，

$\therefore DE=5 - \frac{5}{4} = \frac{15}{4}$ ，

$\because EF \parallel AC$,

$$\therefore \frac{DE}{AD} = \frac{EH}{AO} = \frac{DH}{OD} = \frac{9}{4} = \frac{3}{1},$$

$$\therefore EH = \frac{9}{4}, \quad EF = 2EH = \frac{9}{2}, \quad DH = 3, \quad OH = 4 - 3 = 1,$$

$$\therefore HD' = DH = 3, \quad OD' = 2\sqrt{2},$$

\therefore 满足 $HD'^2 = OD'^2 + OH^2$,

则 $\triangle OHD'$ 为直角三角形, 且 $OD' \perp OH$,

又 $OD' \perp AC$, $AC \cap OH = O$,

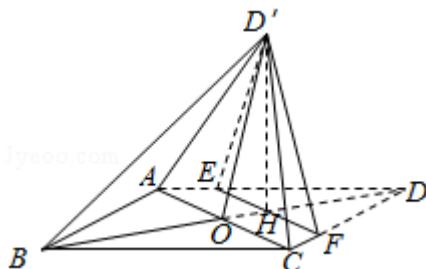
即 $OD' \perp$ 底面 $ABCD$,

即 OD' 是五棱锥 $D' - ABCFE$ 的高.

$$\text{底面五边形的面积 } S = \frac{1}{2} \times AC \cdot OB + \frac{(EF+AC) \cdot OH}{2} = \frac{1}{2} \times 6 \times 4 + \frac{\left(\frac{9}{2}+6\right) \times 1}{2} = 12 + \frac{21}{4} = \frac{69}{4}$$

,

$$\text{则五棱锥 } D' - ABCFE \text{ 体积 } V = \frac{1}{3} S \cdot OD' = \frac{1}{3} \times \frac{69}{4} \times 2\sqrt{2} = \frac{23\sqrt{2}}{2}.$$



【点评】本题主要考查空间直线和平面的位置关系的判断, 以及空间几何体的体积, 根据线面垂直的判定定理以及五棱锥的体积公式是解决本题的关键. 本题的难点在于证明 OD' 是五棱锥 $D' - ABCFE$ 的高. 考查学生的运算和推理能力.

20. (12分) 已知函数 $f(x) = (x+1) \ln x - a(x-1)$.

(I) 当 $a=4$ 时, 求曲线 $y=f(x)$ 在 $(1, f(1))$ 处的切线方程;

(II) 若当 $x \in (1, +\infty)$ 时, $f(x) > 0$, 求 a 的取值范围.

【考点】 66: 简单复合函数的导数.

【专题】 15: 综合题; 35: 转化思想; 49: 综合法; 52: 导数的概念及应用.

【分析】 (I) 当 $a=4$ 时, 求出曲线 $y=f(x)$ 在 $(1, f(1))$ 处的切线的斜率,

即可求出切线方程;

(II) 先求出 $f'(x) > f'(1) = 2 - a$, 再结合条件, 分类讨论, 即可求 a 的取值范围.

【解答】 解: (I) 当 $a=4$ 时, $f(x) = (x+1) \ln x - 4(x-1)$.

$f(1)=0$, 即点为 $(1, 0)$,

函数的导数 $f'(x) = \ln x + (x+1) \cdot \frac{1}{x} - 4$,

则 $f'(1) = \ln 1 + 2 - 4 = 2 - 4 = -2$,

即函数的切线斜率 $k=f'(1)=-2$,

则曲线 $y=f(x)$ 在 $(1, 0)$ 处的切线方程为 $y = -2(x-1) = -2x+2$;

(II) $\because f(x) = (x+1) \ln x - a(x-1)$,

$\therefore f'(x) = 1 + \frac{1}{x} + \ln x - a$,

$\therefore f''(x) = \frac{x-1}{x^2}$,

$\because x > 1$, $\therefore f''(x) > 0$,

$\therefore f'(x)$ 在 $(1, +\infty)$ 上单调递增,

$\therefore f'(x) > f'(1) = 2 - a$.

① $a \leq 2$, $f'(x) > f'(1) \geq 0$,

$\therefore f(x)$ 在 $(1, +\infty)$ 上单调递增,

$\therefore f(x) > f(1) = 0$, 满足题意;

② $a > 2$, 存在 $x_0 \in (1, +\infty)$, $f'(x_0) = 0$, 函数 $f(x)$ 在 $(1, x_0)$ 上单调递减

, 在 $(x_0, +\infty)$ 上单调递增,

由 $f(1) = 0$, 可得存在 $x_0 \in (1, +\infty)$, $f(x_0) < 0$, 不合题意.

综上所述, $a \leq 2$.

另解: 若当 $x \in (1, +\infty)$ 时, $f(x) > 0$,

可得 $(x+1) \ln x - a(x-1) > 0$,

即为 $a < \frac{(x+1) \ln x}{x-1}$,

由 $y=\frac{(x+1)\ln x}{x-1}$ 的导数为 $y'=\frac{\frac{1}{x}-2\ln x}{(x-1)^2}$,

由 $y=x-\frac{1}{x}-2\ln x$ 的导数为 $y'=1+\frac{1}{x^2}-\frac{2}{x}=\frac{(x-1)^2}{x^2}>0$,

函数 y 在 $x>1$ 递增, 可得 $\frac{\frac{1}{x}-2\ln x}{(x-1)^2}>0$,

则函数 $y=\frac{(x+1)\ln x}{x-1}$ 在 $x>1$ 递增,

则 $\lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{(x+1)\ln x}{x-1} = \lim_{x \rightarrow 1^+} \frac{\ln x + 1 + \frac{1}{x}}{1} = 2$,

可得 $\frac{(x+1)\ln x}{x-1} > 2$ 恒成立,

即有 $a \leq 2$.

【点评】本题主要考查了导数的应用, 函数的导数与函数的单调性的关系的应用, 导数的几何意义, 考查参数范围的求解, 考查学生分析解决问题的能力, 有难度.

21. (12分) 已知A是椭圆E: $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{3} = 1$ 的左顶点, 斜率为k ($k > 0$) 的直线交E

于A, M两点, 点N在E上, $MA \perp NA$.

- (I) 当 $|AM|=|AN|$ 时, 求 $\triangle AMN$ 的面积
(II) 当 $2|AM|=|AN|$ 时, 证明: $\sqrt{3} < k < 2$.

【考点】KH: 直线与圆锥曲线的综合.

【专题】33: 函数思想; 49: 综合法; 4M: 构造法; 5D: 圆锥曲线的定义、性质与方程.

【分析】 (I) 依题意知椭圆E的左顶点A (-2, 0), 由 $|AM|=|AN|$, 且 $MA \perp NA$, 可知 $\triangle AMN$ 为等腰直角三角形, 设M (a - 2, a), 利用点M在E上, 可得 $3(a-2)^2 + 4a^2 = 12$, 解得: $a = \frac{12}{7}$, 从而可求 $\triangle AMN$ 的面积;

- (II) 设直线 l_{AM} 的方程为: $y=k(x+2)$, 直线 l_{AN} 的方程为: $y=-\frac{1}{k}(x+2)$, 联

立 $\begin{cases} y=k(x+2) \\ 3x^2+4y^2=12 \end{cases}$ 消去 y , 得 $(3+4k^2)x^2+16k^2x+16k^2-12=0$, 利用韦达定理及

弦长公式可分别求得 $|AM|=\sqrt{1+k^2}|x_M - (-2)|=\frac{12\sqrt{1+k^2}}{3+4k^2}$, $|AN| =$

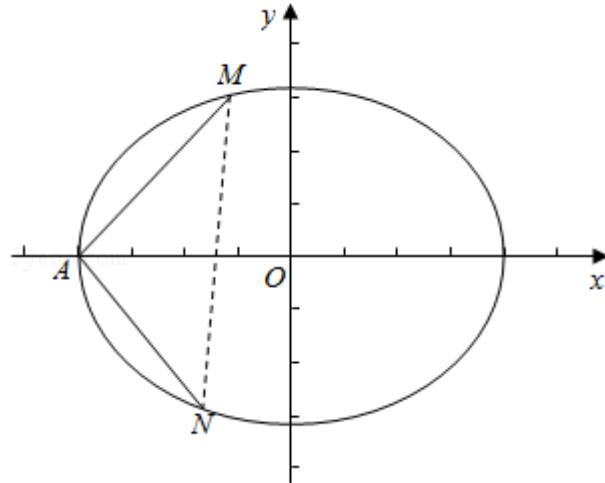
$$\frac{12\sqrt{1+(\frac{1}{k})^2}}{3+4(\frac{1}{k})^2}=\frac{12k\sqrt{1+k^2}}{3k^2+4},$$

结合 $2|AM|=|AN|$, 可得 $\frac{2}{3+4k^2}=\frac{k}{3k^2+4}$, 整理后, 构造函数 $f(k)=4k^3-6k^2+3$

$k=8$, 利用导数法可判断其单调性, 再结合零点存在定理即可证得结论成立

【解答】解: (I) 由椭圆E的方程: $\frac{x^2}{4}+\frac{y^2}{3}=1$ 知, 其左顶点 $A(-2, 0)$,

$\because |AM|=|AN|$, 且 $MA \perp NA$, $\therefore \triangle AMN$ 为等腰直角三角形,



$\therefore MN \perp x$ 轴, 设M的纵坐标为a, 则 $M(a-2, a)$,

\because 点M在E上, $\therefore 3(a-2)^2+4a^2=12$, 整理得: $7a^2-12a=0$, $\therefore a=\frac{12}{7}$ 或 $a=0$ (舍)

,

$$\therefore S_{\triangle AMN}=\frac{1}{2}a \times 2a=a^2=\frac{144}{49};$$

(II) 设直线 l_{AM} 的方程为: $y=k(x+2)$, 直线 l_{AN} 的方程为: $y=-\frac{1}{k}(x+2)$, 由

$$\begin{cases} y=k(x+2) \\ 3x^2+4y^2=12 \end{cases}$$

消去 y 得: $(3+4k^2)x^2+16k^2x+16k^2-12=0$, $\therefore x_M - 2 = -\frac{16k^2}{3+4k^2}$

$$, \therefore x_M = 2 - \frac{16k^2}{3+4k^2} = \frac{6-8k^2}{3+4k^2},$$

$$\therefore |AM| = \sqrt{1+k^2} |x_M - (-2)| = \sqrt{1+k^2} \cdot \frac{6-8k^2+6+8k^2}{3+4k^2} = \frac{12\sqrt{1+k^2}}{3+4k^2}$$

$\because k > 0$,

$$\therefore |AN| = \frac{12\sqrt{1+\left(\frac{1}{k}\right)^2}}{3+4\left(\frac{1}{k}\right)^2} = \frac{12k\sqrt{1+k^2}}{3k^2+4},$$

$$\text{又} \because 2|AM|=|AN|, \therefore \frac{2}{3+4k^2} = \frac{k}{3k^2+4},$$

整理得: $4k^3 - 6k^2 + 3k - 8 = 0$,

设 $f(k) = 4k^3 - 6k^2 + 3k - 8$,

则 $f'(k) = 12k^2 - 12k + 3 = 3(2k-1)^2 \geq 0$,

$\therefore f(k) = 4k^3 - 6k^2 + 3k - 8$ 为 $(0, +\infty)$ 的增函数,

又 $f(\sqrt{3}) = 4 \times 3\sqrt{3} - 6 \times 3 + 3\sqrt{3} - 8 = 15\sqrt{3} - 26 = \sqrt{675} - \sqrt{676} < 0$, $f(2) = 4 \times 8 - 6 \times 4 + 3 \times 2 - 8 = 6 > 0$,

$\therefore \sqrt{3} < k < 2$.

【点评】本题考查直线与圆锥曲线的综合问题，常用的方法就是联立方程求出交点的横坐标或者纵坐标的关系，通过这两个关系的变形去求解，考查构造函数思想与导数法判断函数单调性，再结合零点存在定理确定参数范围，是难题。

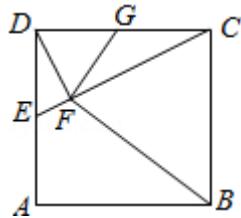
请考生在第22~24题中任选一题作答，如果多做，则按所做的第一题计分。[选

修4-1：几何证明选讲]

22. (10分) 如图，在正方形ABCD中，E，G分别在边DA，DC上（不与端点重合），且DE=DG，过D点作DF⊥CE，垂足为F.

(I) 证明：B，C，G，F四点共圆；

(II) 若AB=1，E为DA的中点，求四边形BCGF的面积。



【考点】N8：圆内接多边形的性质与判定.

【专题】14：证明题.

【分析】(I) 证明B, C, G, F四点共圆可证明四边形BCGF对角互补，由已知条件可知 $\angle BCD=90^\circ$ ，因此问题可转化为证明 $\angle GFB=90^\circ$ ；

(II) 在Rt $\triangle DFC$ 中， $GF=\frac{1}{2}CD=GC$ ，因此可得 $\triangle GFB \cong \triangle GCB$ ，则 $S_{\text{四边形BCGF}}=2S_{\triangle BCG}$ ，据此解答.

【解答】(I) 证明： $\because DF \perp CE$,

$$\therefore Rt\triangle DFC \sim Rt\triangle EDC,$$

$$\therefore \frac{DF}{ED} = \frac{CF}{CD},$$

$$\because DE=DG, CD=BC,$$

$$\therefore \frac{DF}{DG} = \frac{CF}{BC},$$

$$\text{又} \because \angle GDF = \angle DEF = \angle BCF,$$

$$\therefore \triangle GDF \sim \triangle BCF,$$

$$\therefore \angle CFB = \angle DFG,$$

$$\therefore \angle GFB = \angle GFC + \angle CFB = \angle GFC + \angle DFG = \angle DFC = 90^\circ,$$

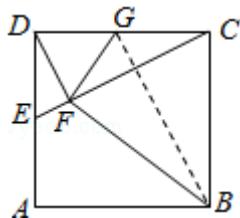
$$\therefore \angle GFB + \angle GCB = 180^\circ,$$

$$\therefore B, C, G, F \text{四点共圆.}$$

(II) $\because E$ 为AD中点， $AB=1$ ， $\therefore DG=CG=DE=\frac{1}{2}$,

\therefore 在Rt $\triangle DFC$ 中， $GF=\frac{1}{2}CD=GC$ ，连接GB， $Rt\triangle BCG \cong Rt\triangle BFG$ ，

$$\therefore S_{\text{四边形BCGF}}=2S_{\triangle BCG}=2 \times \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}.$$



【点评】本题考查四点共圆的判断，主要根据对角互补进行判断，注意三角形相似和全等性质的应用。

[选项4-4：坐标系与参数方程]

23. 在直角坐标系xOy中，圆C的方程为 $(x+6)^2+y^2=25$.

(I) 以坐标原点为极点，x轴正半轴为极轴建立极坐标系，求C的极坐标方程；

(II) 直线l的参数方程是 $\begin{cases} x=t\cos\alpha \\ y=t\sin\alpha \end{cases}$ (t为参数)，l与C交于A, B两点， $|AB|=\sqrt{10}$ ，求l的斜率。

【考点】J1: 圆的标准方程；J8: 直线与圆相交的性质。

【专题】11: 计算题；35: 转化思想；49: 综合法；5B: 直线与圆。

【分析】(I) 把圆C的标准方程化为一般方程，由此利用 $\rho^2=x^2+y^2$, $x=\rho\cos\alpha$, $y=\rho\sin\alpha$ ，能求出圆C的极坐标方程。

(II) 由直线l的参数方程求出直线l的一般方程，再求出圆心到直线距离，由此能求出直线l的斜率。

【解答】解：(I) ∵圆C的方程为 $(x+6)^2+y^2=25$,

$$\therefore x^2+y^2+12x+11=0,$$

$$\because \rho^2=x^2+y^2, x=\rho\cos\alpha, y=\rho\sin\alpha,$$

$$\therefore \text{C的极坐标方程为 } \rho^2+12\rho\cos\alpha+11=0.$$

(II) ∵直线l的参数方程是 $\begin{cases} x=t\cos\alpha \\ y=t\sin\alpha \end{cases}$ (t为参数)，

$$\therefore t=\frac{x}{\cos\alpha}, \text{ 代入 } y=t\sin\alpha, \text{ 得：直线l的一般方程 } y=\tan\alpha \cdot x,$$

∵l与C交于A, B两点， $|AB|=\sqrt{10}$ ，圆C的圆心C(-6, 0)，半径r=5，

$$\text{圆心到直线的距离 } d=\sqrt{r^2-(\frac{|AB|}{2})^2}.$$

\therefore 圆心C (-6, 0) 到直线距离 $d = \frac{|-6\tan\alpha|}{\sqrt{1+\tan^2\alpha}} = \sqrt{25 - \frac{10}{4}}$,

解得 $\tan^2\alpha = \frac{5}{3}$, $\therefore \tan\alpha = \pm\sqrt{\frac{5}{3}} = \pm\frac{\sqrt{15}}{3}$.

$\therefore l$ 的斜率 $k = \pm\frac{\sqrt{15}}{3}$.

【点评】本题考查圆的极坐标方程的求法，考查直线的斜率的求法，是中档题，解题时要认真审题，注意点到直线公式、圆的性质的合理运用.

[选修4-5：不等式选讲]

24. 已知函数 $f(x) = |x - \frac{1}{2}| + |x + \frac{1}{2}|$, M为不等式 $f(x) < 2$ 的解集.

(I) 求M;

(II) 证明: 当 $a, b \in M$ 时, $|a+b| < |1+ab|$.

【考点】R5: 绝对值不等式的解法.

【专题】32: 分类讨论; 35: 转化思想; 4C: 分类法; 4R: 转化法; 59: 不等式的解法及应用.

【分析】(I) 分当 $x < -\frac{1}{2}$ 时, 当 $-\frac{1}{2} \leq x \leq \frac{1}{2}$ 时, 当 $x > \frac{1}{2}$ 时三种情况, 分别求解不等式, 综合可得答案;

(II) 当 $a, b \in M$ 时, $(a^2 - 1)(b^2 - 1) > 0$, 即 $a^2b^2 + 1 > a^2 + b^2$, 配方后, 可证得结论.

【解答】解: (I) 当 $x < -\frac{1}{2}$ 时, 不等式 $f(x) < 2$ 可化为: $\frac{1}{2} - x - x - \frac{1}{2} < 2$,

解得: $x > -1$,

$\therefore -1 < x < -\frac{1}{2}$,

当 $-\frac{1}{2} \leq x \leq \frac{1}{2}$ 时, 不等式 $f(x) < 2$ 可化为: $\frac{1}{2} - x + x + \frac{1}{2} = 1 < 2$,

此时不等式恒成立,

$\therefore -\frac{1}{2} \leq x \leq \frac{1}{2}$,

当 $x > \frac{1}{2}$ 时, 不等式 $f(x) < 2$ 可化为: $-\frac{1}{2} + x + x + \frac{1}{2} < 2$,

解得: $x < 1$,

$$\therefore \frac{1}{2} < x < 1,$$

综上可得: $M = (-1, 1)$;

证明: (II) 当 $a, b \in M$ 时,

$$(a^2 - 1)(b^2 - 1) > 0,$$

$$\text{即 } a^2b^2 + 1 > a^2 + b^2,$$

$$\text{即 } a^2b^2 + 1 + 2ab > a^2 + b^2 + 2ab,$$

$$\text{即 } (ab + 1)^2 > (a + b)^2,$$

$$\text{即 } |a + b| < |1 + ab|.$$

【点评】本题考查的知识点是绝对值不等式的解法, 不等式的证明, 难度中档