

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： $\because$ 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.

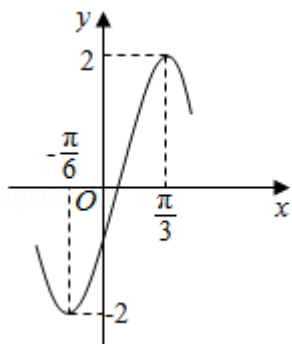
【解答】解： $\because$ 复数 z 满足 $z+i=3-i$ ，
 $\therefore z=3-2i$ ，
 $\therefore \overline{z}=3+2i$ ，

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 $y=A\sin(\omega x+\phi)$ 的部分图象如图所示，则 ()



A. $y=2\sin\left(2x-\frac{\pi}{6}\right)$

B. $y=2\sin\left(2x-\frac{\pi}{3}\right)$

C. $y=2\sin\left(x+\frac{\pi}{6}\right)$

D. $y=2\sin\left(x+\frac{\pi}{3}\right)$

【考点】HK：由 $y=A\sin(\omega x+\phi)$ 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 $y=A\sin(\omega x+\phi)$ 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 $A=2$ ，

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

$$\text{故 } y=2\sin(2x+\phi),$$

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

$$\text{则 } \phi = -\frac{\pi}{6} \text{ 满足要求,}$$

$$\text{故 } y=2\sin\left(2x-\frac{\pi}{6}\right),$$

故选：A.

【点评】本题考查的知识点是由 $y=A\sin(\omega x+\phi)$ 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】本题考查学生的空间想象能力，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: $(1, 4)$,

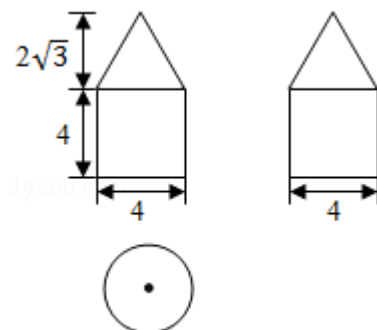
故圆心到直线 $ax+y-1=0$ 的距离 $d=\frac{|a+4-1|}{\sqrt{a^2+1}}=1$,

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.

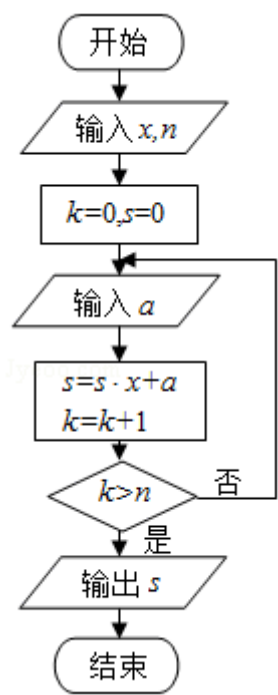
【分析】求出一名行人前25秒来到该路口遇到红灯，即可求出至少需要等待15秒才出现绿灯的概率.

【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 $\frac{25}{40} = \frac{5}{8}$.

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 $s=（\quad）$



- 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；40：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 $f(x)=\cos 2x+6\cos\left(\frac{\pi}{2}-x\right)$ 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 $f(x) = \cos 2x + 6\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right)$

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

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

$$\text{可得函数 } y = -2t^2 + 6t + 1$$

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

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 $\sum_{i=1}^m x_i =$ ()

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: $\because$ 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】本题考查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 $\begin{cases} x-y+1 \geq 0 \\ x+y-3 \geq 0 \\ x-3 \leq 0 \end{cases}$ ，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 $\begin{cases} x-y+1 \geq 0 \\ x+y-3 \geq 0 \\ x-3 \leq 0 \end{cases}$ 作出可行域如图，

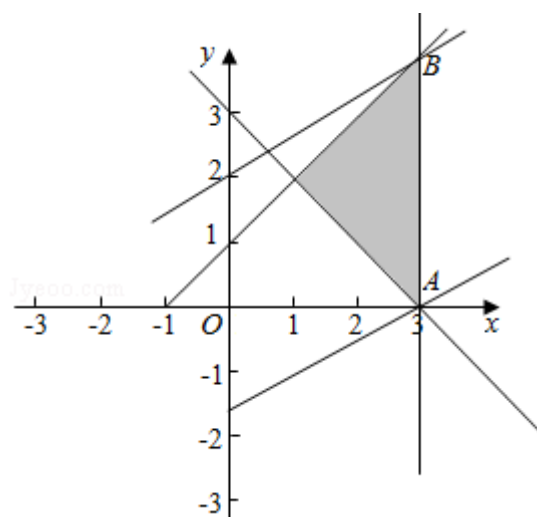
联立 $\begin{cases} x=3 \\ x-y+1=0 \end{cases}$, 解得 $B(3, 4)$.

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 $b = \frac{21}{13}$.

【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： $\frac{60}{200} = \frac{3}{10}$;

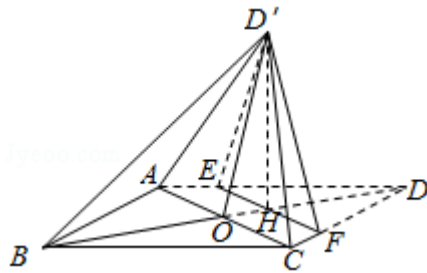
（Ⅲ）续保人本年度的平均保费估计值为 $\bar{x} = \frac{0.85a \times 60 + a \times 50 + 1.25a \times 30 + 1.5a \times 30 + 1.75a \times 20 + 2a \times 10}{200} = 1.1925a$.

【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△DEF沿EF折到△D'EF的位置.

(I) 证明：AC⊥HD'；

(II) 若AB=5，AC=6， $AE=\frac{5}{4}$ ， $OD'=2\sqrt{2}$ ，求五棱锥D'-ABCFE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'-ABCFE的高，即可得到结论.

【解答】 (I) 证明：∵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∥AC，且EF⊥BD

将△DEF沿EF折到△D'EF的位置，

则D'H⊥EF，

∵EF∥AC，

∴AC⊥HD'；

(II) 若AB=5，AC=6，则AO=3，BO=OD=4，

∵ $AE=\frac{5}{4}$ ，AD=AB=5，

∴ $DE=5-\frac{5}{4}=\frac{15}{4}$ ，

$\because EF \parallel AC$,

$$\therefore \frac{DE}{AD} = \frac{EH}{AO} = \frac{DH}{OD} = \frac{\frac{15}{4}}{5} = \frac{3}{4},$$

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

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

$$\therefore \text{满足 } HD'^2 = OD'^2 + OH^2,$$

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

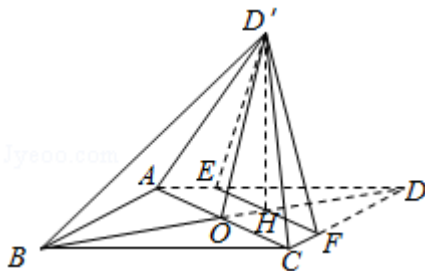
又 $OD' \perp AC$, $AC \cap OH = O$,

即 $OD' \perp$ 底面 $ABCD$,

即 OD' 是五棱锥 $D' - ABCFE$ 的高.

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

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



【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 $y' = \frac{x - \frac{1}{x} - 2\ln x}{(x-1)^2}$,

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 $\frac{x - \frac{1}{x} - 2\ln x}{(x-1)^2} > 0$,

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

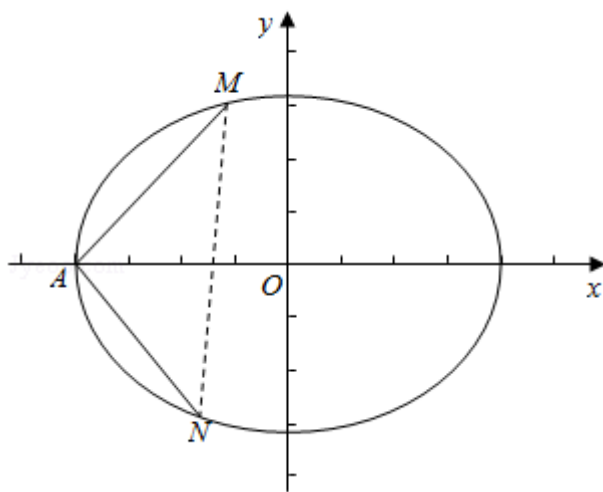
立 $\begin{cases} y=k(x+2) \\ 3x^2+4y^2=12 \end{cases}$ 消去 y , 得 $(3+4k^2)x^2+16k^2x+16k^2-12=0$, 利用韦达定理及

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 $f(k)=4k^3-6k^2+3k-8$, 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

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

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

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

$\because k > 0$,

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

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

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

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

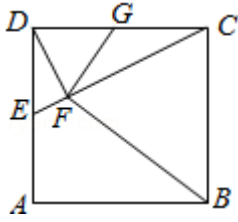
【点评】 本题考查直线与圆锥曲线的综合问题, 常用的方法就是联立方程求出交点的横坐标或者纵坐标的关系, 通过这两个关系的变形去求解, 考查构造函数思想与导数法判断函数单调性, 再结合零点存在定理确定参数范围, 是难题.

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 $\text{Rt}\triangle DFC$ 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： $\because DF \perp CE$ ，

$$\therefore \text{Rt}\triangle DFC \sim \text{Rt}\triangle EDC,$$

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

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

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

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

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

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

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

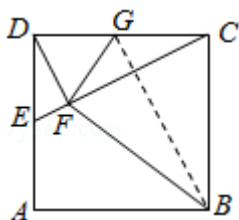
$$\therefore \angle GFB + \angle GCB = 180^\circ,$$

$$\therefore \text{B, C, G, F四点共圆}.$$

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

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

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



【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 交与 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) $\because$ 圆 C 的方程为 $(x+6)^2+y^2=25$,

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

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

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

(II) $\because$ 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),

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

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

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

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

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

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

【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

.