

2022 届高三数学参考答案

一、单项选择题（本大题共 8 个小题，每小题 5 分，共 40 分）

1.D 2.A 3.B 4.A 5.C 6.D 7.D 8.A

二、多项选择题（本大题共 4 个小题，每小题 5 分，共 20 分）

9.ABD 10.BC 11.AC 12.BCD

三、填空题（本大题共 4 个小题，每小题 5 分，共 20 分）

13. $\frac{2}{3}$ 14. $(x+1)^2 + (y+1)^2 = 5$ 15. 240 16. $\sqrt{6} + 2$

四、解答题（本大题共 6 个小题，共 70 分）

17. (1) 证明：由 $2a_{n+1} = a_n + 1$ ，所以 $2(a_{n+1} - 1) = a_n - 1$ ，……………2 分

又 $a_1 = \frac{1}{2}$ ， $a_1 - 1 = -\frac{1}{2} \neq 0$ ，所以 $\frac{a_{n+1} - 1}{a_n - 1} = \frac{1}{2}$ ，即 $\frac{c_{n+1}}{c_n} = \frac{1}{2}$ 。……………4 分

所以 $\{a_n - 1\}$ 是以 $a_1 - 1 = -\frac{1}{2}$ 为首项， $\frac{1}{2}$ 为公比的等比数列。……………6 分

(2) 解：由(1)知 $a_n - 1 = -\frac{1}{2} \times (\frac{1}{2})^{n-1} = -(\frac{1}{2})^n$ ，所以 $a_n = 1 - (\frac{1}{2})^n$ 。……………8 分

则 $S_n = n - [\frac{1}{2} + (\frac{1}{2})^2 + (\frac{1}{2})^3 + \cdots + (\frac{1}{2})^n] = n + (\frac{1}{2})^n - 1$ 。……………10 分

18. (1) 证明：在 $\triangle ABD$ 中，由正弦定理知 $\frac{BD}{\sin \angle BAD} = \frac{AB}{\sin \angle ADB}$ ，即 $AB = 2 \sin \angle ADB$ ，……………2 分

在 $\triangle ADC$ 中，由正弦定理知 $\frac{CD}{\sin \angle CAD} = \frac{AC}{\sin \angle ADC}$ ，即 $AC = 3 \sin \angle ADC$ ，……………4 分

又 $\angle ADB + \angle ADC = 180^\circ$ ，则 $\sin \angle ADC = \sin \angle ADB$ ，所以 $\frac{AB}{AC} = \frac{2}{3}$ ；……………6 分

(2) 解：设 $AB = 2x$ ， $AC = 3x$ ，而 $BC = 4$ ， $\angle BAC = 120^\circ$ ，

在 $\triangle ABC$ 中，由余弦定理得： $BC^2 = AB^2 + AC^2 - 2AB \times AC \cos \angle BAC$ ，……………8 分

即 $16 = 4x^2 + 9x^2 + 6x^2 = 19x^2$ ，得 $x^2 = \frac{16}{19}$ ，……………10 分

所以 $\triangle ABC$ 的面积 $= \frac{1}{2} AB \times AC \sin 120^\circ = \frac{24\sqrt{3}}{19}$ 。……………12 分

注：过 B 作 $\triangle ABC$ 的高 BH ，利用初中方法同样给分。

19. 解：(1) 记“某顾客抽奖 1 次获得现金或获得购物券”为事件 A。……………1 分

则 $P(A) = \frac{2}{5} \times \frac{1}{2} + \frac{2}{5} \times \frac{1}{2} + \frac{3}{5} \times \frac{1}{2} = \frac{7}{10}$ ……………3 分

另解： $P(A) = 1 - \frac{3}{5} \times \frac{1}{2} = \frac{7}{10}$ ……………3 分

答：某顾客抽奖 1 次获得现金或获得购物券的概率为 $\frac{7}{10}$ ……………4 分

(2) 由题知某顾客在 3 次抽奖中获得现金为 X 元依次为 0 元、50 元 100 元、150 元，分别记为事件 B、C、D、E：……………5 分

$$P(B) = C_3^0 \left(\frac{4}{5}\right)^3 = \frac{64}{125}; \quad P(C) = C_3^1 \left(\frac{4}{5}\right)^2 \frac{1}{5} = \frac{48}{125};$$

$$P(D) = C_3^2 \left(\frac{1}{5}\right)^2 \frac{4}{5} = \frac{12}{125}; \quad P(E) = C_3^3 \left(\frac{1}{5}\right)^3 = \frac{1}{125}$$

X	0	50	100	150
$P(X)$	$\frac{64}{125}$	$\frac{48}{125}$	$\frac{12}{125}$	$\frac{1}{125}$

.....9 分

$$E(X) = 0 \times \frac{64}{125} + 50 \times \frac{48}{125} + 100 \times \frac{12}{125} + 150 \times \frac{1}{125} = 30 \quad \text{.....11 分}$$

答：某顾客在 3 次抽奖中获得现金 X 的数学期望为 3012 分

20. 解：(1) 由椭圆 $C: \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 (a > b > 0)$ 离心率为 $\frac{1}{2}$, 得 $a^2 = \frac{4}{3}b^2$ 1 分

$$\text{由 } \frac{x^2}{\frac{4}{3}b^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 (a > b > 0) \text{ 得: } 3x^2 + 4y^2 - 4b^2 = 0, \text{ 由 } \begin{cases} 3x^2 + 4y^2 - 4b^2 = 0 \\ x + 2y - 4 = 0 \end{cases}$$

$$\text{得 } x^2 - 2x + 4 - b^2 = 0, \quad \text{.....3 分}$$

因为椭圆 $C: \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 (a > b > 0)$ 与直线 $l: x + 2y - 4 = 0$ 有且只有一个公共点,

$$\text{故 } \Delta = 4 - 4(4 - b^2) = 0, \text{ 则 } b^2 = 3, \text{ 所以 } C: \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{3} = 1 \quad \text{.....4 分}$$

(2) 因为坐标原点 O 位于以 AB 为直径的圆外, 所以过点 $P(0, -2)$ 的动直线 l 斜率存在且不为 0, 设 $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$, 设直线 l 的方程为 $y = kx - 2$,

$$\begin{cases} \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{3} = 1 \\ y = kx - 2 \end{cases} \text{ 得 } (3 + 4k^2)x^2 - 16kx + 4 = 0, \quad \text{.....5 分}$$

$$\Delta = 256k^2 - 16 \times (3 + 4k^2) > 0, \text{ 即 } k > \frac{1}{2} \text{ 或 } k < -\frac{1}{2} \quad \text{.....7 分}$$

$$x_1 x_2 = \frac{4}{3 + 4k^2}, x_1 + x_2 = \frac{16k}{3 + 4k^2} \quad \text{.....8 分}$$

$$y_1 y_2 = (kx_1 - 2)(kx_2 - 2) = k^2 x_1 x_2 - 2k(x_1 + x_2) + 4 = \frac{-12k^2 + 12}{3 + 4k^2} \quad \text{.....10 分}$$

因为坐标原点 O 位于以 AB 为直径的圆外, 得

$$\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = \frac{4}{3 + 4k^2} + \frac{-12k^2 + 12}{3 + 4k^2} = \frac{-12k^2 + 16}{3 + 4k^2} > 0, \text{ 即 } -\frac{2\sqrt{3}}{3} < k < \frac{2\sqrt{3}}{3} \quad \text{.....11 分}$$

$$\text{直线 } l \text{ 斜率的取值范围 } \left(-\frac{2\sqrt{3}}{3}, -\frac{1}{2}\right) \cup \left(\frac{1}{2}, \frac{2\sqrt{3}}{3}\right) \quad \text{.....12 分}$$

21. (1) 证明: 在 $\triangle A_1AB$ 中, $A_1A=4$, $AB=2$, $\angle A_1AB=60^\circ$,

由余弦定理得 $A_1B=2\sqrt{3}$, 所以 $A_1B^2+AB^2=A_1A^2$, 所以 $A_1B \perp AB$.

同理 $A_1B \perp BC$. 又因为 $AB \cap CB=B$, 所以 $A_1B \perp$ 平面 ABC4 分

(2) 解: 在棱 AC 上取一点 M , 使得 $BM \perp BA$

以 B 为坐标原点, 分别以 \overrightarrow{BA} 、 \overrightarrow{BM} 、 $\overrightarrow{BA_1}$ 的方

向为 x 轴、 y 轴、 z 轴的正方向, 建立如

图所示的空间直角坐标系 $B-xyz$,

则 $A(2,0,0), C(-1, \sqrt{3}, 0), B(0,0,0), A_1(0,0,2\sqrt{3})$,

$$P(-\frac{4}{3}, 0, \frac{4\sqrt{3}}{3}),$$

$$\overrightarrow{AA_1}=(-2, 0, 2\sqrt{3}), \overrightarrow{AC}=(-3, \sqrt{3}, 0),$$

$$\overrightarrow{A_1C}=(-1, \sqrt{3}, -2\sqrt{3}), \overrightarrow{A_1P}=(-\frac{4}{3}, 0, -\frac{2\sqrt{3}}{3})$$

设平面 A_1AC 的法向量为 $\vec{m}=(x_1, y_1, z_1)$,

$$\text{则} \begin{cases} \vec{m} \cdot \overrightarrow{AA_1} = -2x_1 + 2\sqrt{3}z_1 = 0 \\ \vec{m} \cdot \overrightarrow{AC} = -3x_1 + \sqrt{3}y_1 = 0 \end{cases}, \text{令 } z_1=1, \text{ 得 } \vec{m}=(\sqrt{3}, 3, 1). \quad \dots\dots\dots 7 \text{ 分}$$

$$\text{设平面 } PA_1C \text{ 的法向量为 } \vec{n}=(x_2, y_2, z_2), \text{ 则} \begin{cases} \vec{n} \cdot \overrightarrow{A_1C} = -x_2 + \sqrt{3}y_2 - 2\sqrt{3}z_2 = 0 \\ \vec{n} \cdot \overrightarrow{A_1P} = -\frac{4}{3}x_2 - \frac{2\sqrt{3}}{3}z_2 = 0 \end{cases},$$

令 $z_2=2$, 得 $\vec{n}=(-\sqrt{3}, 3, 2)$10 分

$$\text{所以 } \cos \langle \vec{m}, \vec{n} \rangle = \frac{\vec{m} \cdot \vec{n}}{|\vec{m}| |\vec{n}|} = \frac{-3+9+2}{\sqrt{13} \times \sqrt{16}} = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$$\text{二面角 } P-A_1C-A \text{ 的平面角为 } \theta, \text{ 故 } \sin \theta = \sqrt{1 - (\frac{2}{\sqrt{13}})^2} = \frac{3\sqrt{13}}{13},$$

故二面角 $P-A_1C-A$ 的正弦值为 $\frac{3\sqrt{13}}{13}$ 12 分

22. 解: (1) 若 $a=-1$ 时, $f(x)=(x-1)e^{x+1}-x^2$, 得 $f'(x)=x(e^{x+1}-2)$

$f'(x)=0$ 的两个根是 0 和 $\ln 2-1$ 2 分

当 $x \in (0, +\infty)$ 和 $x \in (-\infty, \ln 2-1)$, $f'(x) > 0$, $f(x)$ 单调递增;

当 $x \in (\ln(-2a)-1, 0)$, $f'(x) < 0$, $f(x)$ 单调递减;

故 $f(x)$ 递增区间是 $(0, +\infty)$, $(-\infty, \ln 2-1)$, $f(x)$ 递减区间是 $(\ln 2-1, 0)$ 4 分

(2) $f'(x)=x(e^{x+1}+2a)$

① 当 $a < 0$, $f'(x)=0$ 的两个根是 0 和 $\ln(-2a)-1$

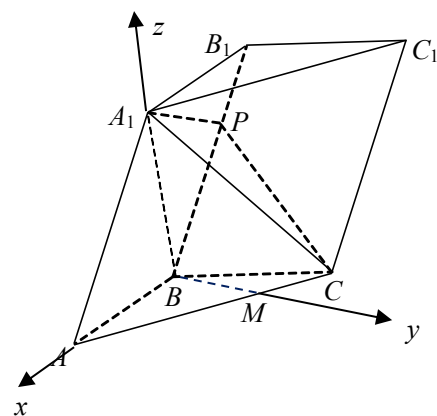
(i) 若 $\ln(-2a)-1=0$, 此时, $x \in (-\infty, +\infty)$, 有 $f'(x) \geq 0$, 此时仅有一个 $x=0$, 使得 $f'(x)=0$, 故 $f(x)$ 在 $(-\infty, +\infty)$ 单调递增, 故 $f(x)$ 不存在两个零点

(ii) 若 $\ln(-2a)-1 > 0$, 即 $a < -\frac{e}{2}$, $x \in (-\infty, 0)$ 和 $x \in (\ln(-2a)-1, +\infty)$, $f'(x) > 0$,

$f(x)$ 单调递增; $x \in (0, \ln(-2a)-1)$, $f'(x) < 0$, $f(x)$ 单调递减; 又因为 $x \leq 0$ 时, 有 $f(x) < 0$, 结合上述单调性可知, $f(x)$ 不存在两个零点

(iii) 若 $\ln(-2a)-1 < 0$, 即 $-\frac{e}{2} < a < 0$, $x \in (0, +\infty)$ 和 $x \in (-\infty, \ln(-2a)-1)$, $f'(x) > 0$,

$f(x)$ 单调递增; $x \in (\ln(-2a)-1, 0)$, $f'(x) < 0$, $f(x)$ 单调递减;



又因为 $x \leq 0$ 时, 有 $f(x) < 0$, 结合上述单调性可知, $f(x)$ 不存在两个零点

.....7 分

- ② 当 $a \geq 0$, $x \in (0, +\infty)$, $f'(x) > 0$, $f(x)$ 单调递增; $x \in (-\infty, 0)$, $f'(x) < 0$, $f(x)$ 单调递减;

又因为 $f(0) = -e < 0$, $f(1) = a > 0$, 结合单调性可知, $f(x)$ 在 $(0, +\infty)$ 存在唯一零点, 不妨设为 x_2 ;8 分

取 $x = b - 1$, $b < 0$ 且 $b < \ln \frac{a}{2}$,

$$\text{故 } f(b-1) = (b-2)e^b + a(b-1)^2 > (b-2)\frac{a}{2} + a(b-1)^2 = a(b^2 - \frac{3}{2}b) > 0$$

结合单调性可知, $f(x)$ 在 $(-\infty, 0)$ 存在唯一零点, 不妨设为 x_1

故 $a \geq 0$, $f(x)$ 存在两个零点 x_1, x_2 ;9 分

要证: $x_1 + x_2 < 0$, 即证 $x_1 < -x_2$, 因为 $x_1, -x_2$ 都小于 0, 且 $f(x)$ 在 $(-\infty, 0)$ 单调递减, 要故只需证 $f(x_1) > f(-x_2)$, 即证 $f(-x_2) < 0$,

$$\text{即证 } f(-x_2) = (-x_2 - 1)e^{-x_2+1} + ax_2^2 < 0, \text{ 又 } f(x_2) = (x_2 - 1)e^{x_2+1} + ax_2^2 = 0,$$

$$\text{故 } f(-x_2) = (-x_2 - 1)e^{-x_2+1} - (x_2 - 1)e^{x_2+1}, \text{ 令 } t = -x_2 < 0,$$

$$\text{即证, } t < 0, \quad g(t) = (t-1)e^{t+1} + (t+1)e^{-t+1} < 0,$$

$$\text{由 } g(t)' = \frac{(e^t)^2 - 1}{e^{t-1}}t, \text{ 当 } t < 0, \text{ 则 } g(t)' = \frac{(e^t)^2 - 1}{e^{t-1}}t > 0, \text{ 故 } g(t) \text{ 在 } (-\infty, 0) \text{ 单调递增,}$$

故 $t < 0$, $g(t) < g(0) = 0$, 故 $x_1 + x_2 < 0$ 成立.....12 分

2022 届高三年级第一学期期中调研考试

数 学 试 题

注意事项:

1. 答卷前, 考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置上.
2. 回答选择题时, 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, 将答题卡交回.

一、单项选择题 (本大题共 8 个小题, 每小题 5 分, 共 40 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. 已知集合 $A = \{0, 1, \sqrt{m}\}$, $B = \{0, 4\}$, $B \subseteq A$, 则 m 的值为
A. $\sqrt{2}$ B. 2 C. 4 D. 16
2. 已知 i 为虚数单位, 复数 z 满足 $iz = 2z - 5$, 则 z 等于
A. $2+i$ B. $2-i$ C. $1+2i$ D. $1-2i$
3. 函数 $f(x) = 2\sin(\frac{\pi}{3}x - \frac{\pi}{6})$ 在 $[0, 5]$ 上的最大值与最小值之和是
A. $2-\sqrt{3}$ B. 0 C. 1 D. $2+\sqrt{3}$
4. 唐代数学家、天文学家僧一行, 利用“九服晷影算法”建立了从 0° 到 80° 的晷影长 l 与太阳天顶距 θ 的对应数表. 已知晷影长 l 、表高 h 与太阳天顶距 θ 满足: $l = h \tan \theta$, 当晷影长为 0.7 时, 天顶距为 5° . 若天顶距为 1° 时, 则晷影长为
A. 0.14 B. 0.16 C. 0.18 D. 0.24
(参考数据: $\tan 1^\circ \approx 0.0175$, $\tan 3^\circ \approx 0.0349$, $\tan 5^\circ \approx 0.0875$)
5. 双曲线 $C: \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 (a > 0, b > 0)$ 的一条渐近线的倾斜角为 140° , 则双曲线 C 的离心率为
A. $\sin 50^\circ$ B. $\cos 50^\circ$ C. $\frac{1}{\sin 50^\circ}$ D. $\frac{1}{\cos 50^\circ}$
6. 已知 $O(0, 0)$, $A(-\sin \theta, 1)$, $B(1, \sqrt{3} \cos \theta)$, $\theta \in (\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2})$, 若 $|\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{OB}| = |\overrightarrow{AB}|$, 则 $\theta =$
A. $\frac{2\pi}{3}$ B. $\frac{5\pi}{6}$ C. $\frac{7\pi}{6}$ D. $\frac{4\pi}{3}$
7. 已知某电子产品电池充满时的电量为 3000 毫安时, 且在待机状态下有两种不同的耗电模式可供选择. 模式 A: 电量呈线性衰减, 每小时耗电 300 毫安时; 模式

B: 电量呈指数衰减, 即: 从当前时刻算起, t 小时后的电量为当前电量的 $\frac{1}{2^t}$ 倍.

现使该电子产品处于满电量待机状态时开启 A 模式, 并在 m 小时后切换为 B 模式, 若使其在待机 10 小时后有超过 5% 的电量, 则 m 的取值范围是

- A. (5,6) B. (6,7) C. (7,8) D. (8,9)

8. 已知 $a-2=\ln\frac{a}{2}$, $b-3=\ln\frac{b}{3}$, $c-4=\ln\frac{c}{4}$, 其中 $a\neq 2, b\neq 3, c\neq 4$, 则

- A. $c < b < a$ B. $c < a < b$ C. $a < b < c$ D. $a < c < b$

二、多项选择题 (本大题共 4 个小题, 每小题 5 分, 共 20 分, 在每小题给出的选项中, 有多项是符合题目要求. 全选对的得 5 分, 部分选对的得 2 分, 有选错的得 0 分)

9. 已知数据 x_1, x_2, \dots, x_{60} 的平均数为 a , 方差为 b , 中位数为 c , 极差为 d . 由这组数据得到新数据 y_1, y_2, \dots, y_{60} , 其中 $y_i = 2x_i + 1$ ($i=1, 2, \dots, 60$), 则

- A. 新数据的平均数是 $2a+1$ B. 新数据的方差是 $4b$
C. 新数据的中位数是 $2c$ D. 新数据的极差是 $2d$

10. 在棱长均为 2 的四棱锥 $P-ABCD$ 中, O 为正方形 $ABCD$ 的中心, E, F 分别为侧棱 PA, PB 的中点, 则

- A. $OF \parallel AP$ B. 平面 $OEF \parallel$ 平面 PDC
C. 点 E 到平面 PBC 的距离为 $\frac{\sqrt{6}}{3}$ D. 点 A 到平面 PDC 的距离为 $\frac{\sqrt{6}}{2}$

11. 等差数列 $\{a_n\}$ 的前 n 项和为 S_n , $a_1 < 0$, $S_6 = S_{13}$, 则

- A. $a_{10} = 0$ B. $a_{n+1} < a_n$
C. 当 $S_n > 0$ 时, n 的最小值为 20 D. $S_2 < S_{16}$

12. 在平面直角坐标系 xOy 中, 已知 F 为抛物线 $y^2 = x$ 的焦点, 点 $A(x_1, y_1), B(x_2, y_2)$ 在该抛物线上且位于 x 轴的两侧, $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = 2$, 则

- A. $x_1 x_2 = 6$ B. 直线 AB 过点 $(2, 0)$
C. $\triangle ABO$ 的面积最小值是 $2\sqrt{2}$ D. $\triangle ABO$ 与 $\triangle AFO$ 面积之和的最小值是 3

三、填空题 (本大题共 4 个小题, 每小题 5 分, 共 20 分)

13. 已知函数 $f(x) = ax^2 + bx - 3a$ ($x \in [a, 2a+1]$) 是偶函数, 则 $f(1)$ 的值为 ▲ .

14. 已知抛物线 $y = x^2 + 2x - 3$ 与坐标轴交于 A, B, C 三点, 则 $\triangle ABC$ 外接圆的标准方程为 ▲ .

15. 高三 (1) 班某天安排语文、数学、外语、物理、化学、生物各一节课. 若要求语文课比外语课先上, 数学课与物理课不相邻, 则编排方案共有 ▲ 种.

16. 现有四个半径都为 2 的小球, 若把这四个小球完全装入一个球形容容器内, 则该球形容容器半径的最小值为 ▲ .

四、解答题（本大题共 6 个小题，共 70 分，解答应写出文字说明，证明过程或演算步骤）

17. (10 分) 已知数列 $\{a_n\}$, $a_1 = \frac{1}{2}$, $2a_{n+1} = a_n + 1$.

(1) 证明: $\{a_n - 1\}$ 是等比数列;

(2) 求数列 $\{a_n\}$ 的前 n 项和 S_n .

18. (12 分) 在 $\triangle ABC$ 中, D 是边 BC 上一点, 且 $BD=1, CD=3, \angle BAD=30^\circ, \angle CAD=90^\circ$.

(1) 证明: $\frac{AB}{AC} = \frac{2}{3}$;

(2) 求 $\triangle ABC$ 的面积.

19. (12 分) 某商场举行有奖促销活动, 顾客购买一定金额的商品后即可抽奖, 每次抽奖都是从装有 4 个红球、6 个白球的甲箱和装有 5 个红球、5 个白球的乙箱中, 各随机摸出 1 个球, 若都是红球, 则可获得现金 50 元; 若只有 1 个红球, 则可获得 20 元购物券; 若没有红球, 则不获奖.

(1) 若某顾客有 1 次抽奖机会, 求该顾客获得现金或购物券的概率;

(2) 若某顾客有 3 次抽奖机会, 记该顾客在 3 次抽奖中获得现金为 X 元, 求 X 的分布列和数学期望.

20. (12 分) 已知离心率为 $\frac{1}{2}$ 的椭圆 $C: \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 (a > b > 0)$ 与直线 $x + 2y - 4 = 0$ 有且只有一个公共点.

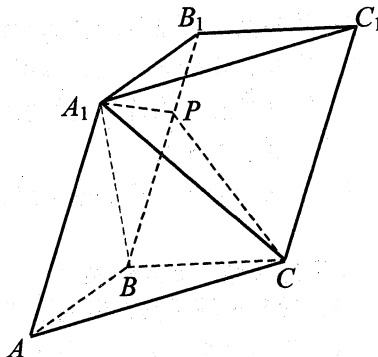
(1) 求椭圆 C 的标准方程;

(2) 设过点 $P(0, -2)$ 的动直线 l 与椭圆 C 相交于 A, B 两点, 当坐标原点 O 位于以 AB 为直径的圆外时, 求直线 l 斜率的取值范围.

21. (12 分) 如图, 在三棱柱 $ABC-A_1B_1C_1$ 中, $BA=BC=2$, $\angle ABC=120^\circ$, $AA_1=A_1C=4$, $\angle A_1AB=60^\circ$.

(1) 证明: $A_1B \perp$ 平面 ABC ;

(2) 若 $\overrightarrow{BP} = \frac{2}{3}\overrightarrow{BB_1}$, 求二面角 $P-A_1C-A$ 的正弦值.



22. (12 分) 已知函数 $f(x) = (x-1)e^{x+1} + ax^2$ ($a \in \mathbf{R}$).

(1) 若 $a = -1$, 试讨论函数 $f(x)$ 的单调性;

(2) 若函数 $f(x)$ 存在两个零点 x_1, x_2 , 证明: $x_1 + x_2 < 0$.