1. 실수 x 에 대하여 복소수 $(1+i)x^2-(1+3i)x-(2-2i)$ 가 순허수가 되도록 하는 x 의 값은?

① -2 ② -1 ③ 0 ④ 1 ⑤ 2

해설

$(1+i)x^2-(1+3i)x-(2-2i)$

$=(x^2-x-2)+(x^2-3x+2)i$

순허수가 되려면 (실수 부분)=0, (허수 부분)$\neq 0$이어야 하므로

$x^2-x-2=0$, $x^2-3x+2\neq 0$

(i) $x^2-x-2=0$ 에서 $(x+1)(x-2)=0$

$\therefore\ x=-1$ 또는 $x=2$

(ii) $x^2-3x+2\neq 0$ 에서 $(x-1)(x-2)\neq 0$

$\therefore\ x\neq 1$ 또는 $x\neq 2$

따라서 (i), (ii) 에 의하여 $x=-1$

2. $(1-3i)x+(3+2i)y=1+8i$를 만족하는 실수 $x,\ y$ 에 대하여 $x+y$ 의 값은?

① -2 ② -1 ③ 0 ④ 1 ⑤ 2

해설

$(1-3i)x+(3+2i)y=1+8i$,

$(x+3y)+(-3x+2y)i=1+8i$ 에서

복소수의 상등에 의하여

$x+3y=1,\ -3x+2y=8$ 이고

연립하여 풀면 $y=1,\ x=-2$

$\therefore\ x+y=-1$

3. $i+2i^2+3i^3+\cdots+50i^{50}$ 의 값은?

① $-26-25i$ ② $-26+25i$ ③ 0

④ $-25+26i$ ⑤ $25+26i$

해설

$i+2i^2+3i^3+\cdots+50i^{50}$

$=\{i+2\cdot(-1)+3\cdot(-i)+4\cdot1\}+\{5i+6\cdot(-1)+7\cdot(-i)+8\cdot1\}$

$+\cdots+\{45i+46\cdot(-1)+47\cdot(-i)+48\cdot1\}+49i+50\cdot(-1)$

$12(2-2i)+49i-50=-26+25i$

4. $x=1998,\ y=4331$ 일 때, $\dfrac{x+yi}{y-xi}+\dfrac{y-xi}{x+yi}$ 의 값은?

① 0　② 1　③ -1　④ i　⑤ $-i$

해설

$\dfrac{x+yi}{y-xi}+\dfrac{y-xi}{x+yi}$

$=\dfrac{(x+yi)^2+(y-xi)^2}{(y-xi)(x+yi)}$

$=\dfrac{x^2+2xyi-y^2+y^2-2xyi-x^2}{(y-xi)(x+yi)}=0$

5. 두 복소수 $z_1 = a + (3b-1)i$, $z_2 = (b+1) - 5i$에 대하여 $z_1 = \bar{z}_2$가 성립할 때, 실수 a, b에 대하여 $a+b$의 값은?

① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7

해설

$a + (3b-1)i = (b+1) + 5i$에서

$\begin{cases} a = b+1 \\ 3b - 1 = 5 \end{cases}$ 이므로 연립하면

$a = 3,\ b = 2$

$\therefore\ a + b = 5$

6. 다음 중 옳지 않은 것은?

① -2의 제곱근은 $\sqrt{2}i$와 $-\sqrt{2}i$이다.

② $\sqrt{-2}\times\sqrt{-3}=-\sqrt{(-2)(-3)}$

③ $\dfrac{\sqrt{2}}{\sqrt{-4}}=\dfrac{\sqrt{2}}{2}i$

④ $\dfrac{\sqrt{-8}}{\sqrt{-2}}=\sqrt{\dfrac{-8}{-2}}$

⑤ $-\sqrt{-16}=-4i$

해설

③ $\dfrac{\sqrt{2}}{\sqrt{-4}}=\dfrac{\sqrt{2}}{2i}=-\dfrac{\sqrt{2}}{2}i$

7. $|x-y|+(y-2)i=5x-2-3xi$를 만족하는 실수를 $x,\ y$라 할 때, $\frac{x}{y}$의 값은? (단, $i^2=-1$)

① $\frac{3}{2}$ ② $\frac{2}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{1}{3}$ ⑤ $\frac{3}{4}$

해설

(i) $x \ge y$일 때,

$(x-y)+(y-2)i=5x-2-3xi$

$x-y=5x-2,\quad y-2=-3x$

$\therefore\ x=0,\ y=2$($x<y$이므로 부적합)

(ii) $x<y$일 때.

$-(x-y)+(y-2)i=5x-2-3xi$

$-x+y=5x-2,\ y-2=-3x$

$\therefore\ x=\frac{4}{9},\ y=\frac{2}{3}$

$\therefore\ \frac{x}{y}=\frac{4}{9}\times\frac{3}{2}=\frac{2}{3}$

8. x, y가 양의 실수이고, $x^2 + xyi + y^2 - 5 - 2i = 0$일 때, $x + y$의 값을 구하여라.(단, $i = \sqrt{-1}$)

▶ 답 :

▷ 정답 : 3

해설

실수부와 허수부로 나눈다.

$(x^2 + y^2 - 5) + (xy - 2)i = 0$

$x^2 + y^2 - 5 = 0 \cdots$ ㉠

$xy - 2 = 0 \cdots$ ㉡

㉠, ㉡을 연립하면

$(x + y)^2 = x^2 + y^2 + 2xy = 5 + 4 = 9$

$\therefore\ x + y = 3$ ($\because$ x, y 는 양의 실수)

9. 다음은 두 복소수 z_1, z_2에 대하여 '$z_1 \cdot z_2 = 0$이면 $z_1 = 0$ 또는 $z_2 = 0$'임을 보인 것이다.

> $z_1 = a+bi,\ z_2 = c+di$ ($a,\ b,\ c,\ d$는 실수) 라고 하자.
> $z_1z_2 = 0$이면 $(a+bi)(c+di) = 0$
> 이 식의 양변에 $(a-bi)(c-di)$를 곱하면
> (좌변) $= (a+bi)(c+di)(a-bi)(c-di)$
> $= (a+bi)(a-bi)(c+di)(c-di)$
> $= (a^2+b^2)(c^2+d^2)$
> (우변) $= 0 \cdot (a-bi)(c-di) = 0$
> $\therefore\ (a^2+b^2)(c^2+d^2) = 0$
> 따라서 $a^2+b^2 = 0$ 또는 $c^2+d^2 = 0$이므로
> $a = b = 0$ 또는 $c = d = 0$
> $\therefore\ z_1 = 0$ 또는 $z_2 = 0$

다음 중 위의 과정에 이용되지 <u>않는</u> 성질은?

① 두 실수 $x,\ y$에 대하여 $x^2+y^2 = 0$이면 $x = y = 0$이다.

② 두 실수 $x,\ y$에 대하여 $xy = 0$이면 $x = 0$ 또는 $y = 0$이다.

③ 두 실수 $x,\ y$에 대하여 $x+yi = 0$이면 $x = y = 0$이다.

④ 임의의 복소수 α에 대하여 $0 \cdot \alpha = 0$이다.

⑤ 복소수 $\alpha,\ \beta$에 대하여 $\alpha\beta = \beta\alpha$이다.

해설

$z_1 = a+bi,\ z_2 = c+di$ ($a,\ b,\ c,\ d$ 는 실수)라고 하자.
$z_1z_2 = 0$이면 $(a+bi)(c+di) = 0$
(좌변) $= (a+bi)(c+di)(a-bi)(c-di) \cdots$ ⑤
$= (a+bi)(a-bi)(c+di)(c-di)$
$= (a^2+b^2)(c^2+d^2)$
(우변) $= 0 \cdot (a-bi)(c-di) = 0 \cdots$ ④
$\therefore\ (a^2+b^2)(c^2+d^2) = 0 \cdots$ ②
따라서 $a^2+b^2 = 0$ 또는 $c^2+d^2 = 0$ 이므로 $\cdots$ ①
$a = b = 0$ 또는 $c = d = 0 \cdots$ ③의 역
$\therefore\ a+bi = 0$ 또는 $c+di = 0$
즉, 이 과정에서 ③의 역은 이용되었지만, ③은 이용되지 않았다.

10. 임의의 실수 x, y에 대하여 복소수 $z=x+yi$와 켤레복소수 $\bar{z}=x-yi$의 곱 $z\bar{z}=1$일 때, $\frac{1}{2}\left(z+\frac{1}{z}\right)$을 간단히 하면?

① $-y$　② $-x$　③ x　④ y　⑤ 0

해설

$z\bar{z}=1$에서 $\frac{1}{z}=\bar{z}=x-yi$

$$\therefore \frac{1}{2}\left(z+\frac{1}{z}\right)=\frac{1}{2}\{(x+yi)+(x-yi)\}=\frac{1}{2}\times 2x=x$$

11. $z = 1 + i$ 일 때, $\dfrac{\bar{z} - 1}{z} - \dfrac{z - 1}{\bar{z}}$ 의 값을 구하면?

① $-i$　② i　③ $-2i$　④ $2i$　⑤ $3i$

해설

$\bar{z} = 1 - i$

$$\begin{aligned}\frac{\bar{z} - 1}{z} - \frac{z - 1}{\bar{z}} &= \frac{-i}{1 + i} - \frac{i}{1 - i} \\ &= -\frac{2i}{(1 + i)(1 - i)} \\ &= -i\end{aligned}$$

12. $x = 2 + \sqrt{3}i$ 일 때, $x^3 \cdot \overline{x} - x \cdot \overline{x^3}$ 의 값은? (단, $\overline{x}$ 는 x 의 켤레복소수이다.)

① $13i$ ② $28\sqrt{3}i$ ③ $28i$

④ $56\sqrt{3}i$ ⑤ $72i$

해설

$x = 2 + \sqrt{3}i$ 에서 $\overline{x} = 2 - \sqrt{3}i$ 이므로

$$x^3 \cdot \overline{x} - x \cdot \overline{x^3} = x\overline{x}(x^2 - \overline{x^2}) = x\overline{x}(x + \overline{x})(x - \overline{x})$$
$$= 7 \cdot 4 \cdot 2\sqrt{3}i = 56\sqrt{3}i$$

13. 두 실수 x, y 에 대하여 $\sqrt{x+3}\sqrt{y-3} = -\sqrt{(x+3)(y-3)}$ 이 성립할 때, $|x+3| - |y-3| + \sqrt{(x+y)^2}$ 을 간단히 하면?

① $-2x-6$　② $-2x-2y$　③ 0

④ $2y-6$　⑤ $2x+2y$

해설

$\sqrt{x+3}\sqrt{y-3} = -\sqrt{(x+3)(y-3)}$ 에서

$x+3 \le 0,\ y-3 \le 0 \rightarrow x+y \le 0$

$|x+3| - |y-3| + \sqrt{(x+y)^2}$

$= |x+3| - |y-3| + |x+y|$

$= -(x+3) + (y-3) - (x+y)$

$= -x-3+y-3-x-y$

$= -2x-6$

14. 실수 a, b 에 대하여 $(a+b-5)^2+\sqrt{(ab+3)^2}=0$, $\frac{\sqrt{b}}{\sqrt{a}}=-\sqrt{\frac{b}{a}}$ 일 때, $a-b$ 의 값은?

① $-\sqrt{13}$ ② $-\sqrt{37}$ ③ $\sqrt{19}$

④ $\sqrt{13}$ ⑤ $\sqrt{37}$

해설

$(a+b-5)^2+\sqrt{(ab+3)^2}=(a+b-5)^2+|ab+3|=0 \rightarrow$
$a+b=5, ab=-3,\ (a-b)^2=(a+b)^2-4ab=37$
$a-b=\pm\sqrt{37}\cdots$①
$\frac{\sqrt{b}}{\sqrt{a}}=-\frac{\sqrt{b}}{\sqrt{a}}$ 가 성립하려면, $a<0$ 그리고 $b \geqq 0$ 일 때이다.
$\therefore a-b<0$ 이므로 ①에서 $a-b=-\sqrt{37}$

15. $i(x+i)^3$ 이 실수일 때, 실수 x 의 값으로 옳지 않은 것을 모두 고르면?

① 0 ② $\sqrt{3}$ ③ $-\sqrt{3}$ ④ 1 ⑤ -1

해설

$$i(x+i)^3 = i(x^3 + 3x^2 i - 3x - i)$$
$$= (-3x^2 + 1) + (x^3 - 3x)i$$

실수가 되기 위해서는 허수부가 0

$\therefore\ x^3 - 3x = 0$

$x(x^2 - 3) = 0$

$\therefore\ x = 0,\ \pm\sqrt{3}$

16. 복소수 $z = a + bi$ (단, $a,\ b$는 실수, $i = \sqrt{-1}$를 좌표평면 위의 점 $\mathrm{P}(a,\ b)$에 대응시킬 때, $(2-3i)z$가 실수가 되게 하는 점 P가 그리는 도형은?

① 원
② 아래로 볼록한 포물선
③ 위로 볼록한 포물선
④ 기울기가 음인 직선
⑤ 기울기가 양인 직선

해설

$(2-3i)z = (2-3i)(a+bi)$
$\qquad = (2a+3b) + (2b-3a)i$

$\therefore\ 2b - 3a = 0 \quad \therefore\ b = \dfrac{3}{2}a \Rightarrow$ 기울기가 양인 직선

17. 유리수 $a,\ b,\ c,\ d$에 대하여 $(\sqrt{2}+i)^4+a(\sqrt{2}+i)^3+b(\sqrt{2}+i)^2+c(\sqrt{2}+i)+d=0$을 만족한다. 이 때, $a-b-c-d$의 값은? (단, $i^2=-1$)

① -7　　② 3　　③ 1　　④ -1

해설

$(\sqrt{2}+i)^4=-7+4\sqrt{2}i$, $(\sqrt{2}+i)^3=-\sqrt{2}+5i$,
$(\sqrt{2}+i)^2=1+2\sqrt{2}i$
$(-7+4\sqrt{2}i)+a(-\sqrt{2}+5i)$
$+b(1+2\sqrt{2}i)+c(\sqrt{2}+i)+d=0$
$(-7-\sqrt{2}a+b+\sqrt{2}c+d)$
$+(4\sqrt{2}+5a+2\sqrt{2}b+c)i=0$
$\therefore\ (-7+b+d)+(c-a)\sqrt{2}=0,$
$(5a+c)+(4+2b)\sqrt{2}=0$
$a,\ b,\ c,\ d$ 는 유리수이므로 $-7+b+d=0$:
$c-a=0,\ 5a+c=0,\ 4+2b=0$
$\therefore\ a=0,\ b=-2,\ c=0,\ d=9$
$\therefore\ a-b-c-d=-7$

18. $\alpha = a + bi$ (a, b는 실수, $i = \sqrt{-1}$) 일 때, $\alpha^t = b + ai$라 한다.
$\alpha = \dfrac{\sqrt{3}+i}{2}$ 일 때, $2\alpha^5(\alpha^t)^4$을 간단히 하면?

① $1+i$ ② $1-i$ ③ $2+i$
④ $2-i$ ⑤ $\sqrt{3}+i$

해설

$\alpha = a+bi,\ \alpha^t = b+ai$이므로
$\alpha\alpha^t = (a+bi)(b+ai) = (a^2+b^2)i$
그런데 $\alpha = \dfrac{\sqrt{3}}{2} + \dfrac{1}{2}i = a+bi$에서
$a = \dfrac{\sqrt{3}}{2},\ b = \dfrac{1}{2}$ $\therefore\ \alpha\alpha^t = \left(\dfrac{3}{4}+\dfrac{1}{4}\right)i = i$
$\therefore$ (준식)$= 2\alpha(\alpha\cdot\alpha^t)^4 = 2\cdot\dfrac{\sqrt{3}+i}{2}\cdot i^4 = \sqrt{3}+i$

19. 복소수 z 에 대하여 다음의 보기 중 옳은 것을 모두 고르면? (단, $z \neq 0$ 이며, $\bar{z}$ 는 z 의 켤레복소수임)

㉠ $z\bar{z}$ 는 항상 실수이다.

㉡ $z+\bar{z}=0$ 이면, z 는 순허수이다.

㉢ $z+\bar{z}$ 는 항상 실수이다.

㉣ $z-\bar{z}$ 는 항상 순허수이다.

㉤ $\frac{1}{z}$ 과 $\frac{1}{\bar{z}}$ 의 실수부는 항상 동일하다.

① ㉠, ㉡　　② ㉠, ㉢　　③ ㉠, ㉡, ㉢

④ ㉠, ㉢, ㉣　　⑤ ㉠, ㉡, ㉢, ㉤

해설

$z=a+bi, \bar{z}=a-bi$

㉠ $z\bar{z}=a^2+b^2 \Rightarrow$ 실수

㉡ $z+\bar{z}=(a+bi)+(a-bi)=2a=0, a=0$

$\therefore\ z=bi \Rightarrow$ 순허수 ($\because\ z \neq 0$ 이므로 $b \neq 0$)

㉢ $z+\bar{z}=2a \Rightarrow$ 실수

㉣ $z-\bar{z}=(a+bi)-(a-bi)=2bi$

순허수로 판단하기 쉬우나, $b=0$ 인 경우

$z-\bar{z}=0$ 으로 순허수가 아니다.

㉤ $\frac{1}{z}=c+di$ 라면 $\frac{1}{\bar{z}}=\overline{\frac{1}{z}}=c-di$ 이므로 참

20. 두 실수 a, b에 대하여 복소수 $z = a + bi$와 켤레복소수 $\bar{z} = a - bi$의 곱 $z\bar{z} = 5$일 때, $\frac{1}{2}\left(z + \frac{5}{z}\right)$를 간단히 하면?

① b ② $2b$ ③ 0 ④ $5a$ ⑤ a

해설

$z\bar{z} = 5$, $\bar{z} = \frac{5}{z}$

$\therefore \frac{1}{2}\left(z + \frac{5}{z}\right) = \frac{1}{2}(z + \bar{z}) = \frac{1}{2} \times 2a = a$

21. $A(n) = i^n + (-1)^n n$, $f(n) = A(1) + A(2) + \cdots + A(n)$ 이라 할 때, $f(10)+f(11)+f(12)+f(13)$ 의 값은? (단, n은 자연수이고 $i = \sqrt{-1}$ 이다.)

① $2i-2$　　② $2i+2$　　③ $2i-4$

④ $2i+4$　　⑤ $4i-2$

해설

$$\begin{aligned} f(10) &= (i-1)+(i^2+2)+(i^3-3)+\cdots+(i^{10}+10) \\ &= (i+i^2+i^3+\ldots+i^{10}) \\ &\quad +(-1+2-3+\cdots+10) \\ &= (i-1)+(1+1+1+1+1) \\ &= i+4 \\ f(11) &= f(10)+i^{11}-11 \\ &= (i+4)+(-i-11) = -7 \\ f(12) &= f(11)+i^{12}+12 \\ &= -7+(1+12) = 6 \\ f(13) &= f(12)+i^{13}-13 \\ &= 6+(i-13) = i-7 \end{aligned}$$

$$\therefore f(10)+f(11)+f(12)+f(13)$$
$$= (i+4)+(-7)+6+(i-7) = 2i-4$$

22. 서로 다른 두 복소수 x, y 가 $x^2 - y = i,\ y^2 - x = i$ 를 만족할 때, $x^3 + y^3$ 의 값을 구하시오. (단, $i = \sqrt{-1}$)

▶ 답 :

▷ 정답 : $2 - 3i$

해설

$x^2 - y = i \cdots$ ①, $y^2 - x = i \cdots$ ② 에서

① - ② 하면 : $(x+y)(x-y) + (x-y) = 0$,

$(x-y)(x+y+1) = 0$

조건에서 $x \neq y$ 이므로 $x + y = -1$ 이다.

① + ②하면 $x^2 + y^2 - x - y = 2i$

식을 변형하면 $(x+y)^2 - 2xy - (x+y) = 2i$

$\therefore\ xy = 1 - i$

$$\begin{aligned} x^3 + y^3 &= (x+y)^3 - 3xy(x+y) \\ &= (-1)^3 - 3(1-i)(-1) \\ &= 2 - 3i \end{aligned}$$

23. 복소수 α 의 실수부가 양이고, $\alpha^3 = \frac{1+i}{1-i}$ 일 때, $\alpha + \frac{1}{\alpha}$ 의 값은? (단, $i = \sqrt{-1}$)

① $\sqrt{2}$ ② $\sqrt{3}$ ③ 2 ④ $\sqrt{5}$ ⑤ $\sqrt{6}$

해설

$\alpha^3 = \frac{1+i}{1-i} = i$

$\alpha = a + bi$ ($a,\ b$ 는 실수, $a > 0$)라 두면

$\alpha^3 = a^3 + 3a^2bi - 3ab^2 - b^3i = i$

$(a^3 - 3ab^2) + (3a^2b - b^3)i = i$

$a^3 - 3ab^2 = 0 \cdots$ ㉠, $3a^2b - b^3 = 1 \cdots$ ㉡

㉠에서 $a^2 = 3b^2$ 을 얻어 ㉡에 대입하면

$b = \frac{1}{2},\ a = \frac{\sqrt{3}}{2}\ \therefore\ \alpha = \frac{\sqrt{3}+1}{2}$

$$\begin{aligned} \alpha + \frac{1}{\alpha} &= \frac{\sqrt{3}+i}{2} + \frac{2}{\sqrt{3}+i} \\ &= \frac{\sqrt{3}+i}{2} + \frac{\sqrt{3}-i}{2} \\ &= \sqrt{3} \end{aligned}$$

해설

$\alpha^3 = \frac{1+i}{1-i} = i$

$\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)^3 = \alpha^3 + \frac{1}{\alpha^3} + 3\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)$

$\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)^3 = i + \frac{1}{i} + 3\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)$

$\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)^3 = 3\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)$

$\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)\left\{\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)^2 - 3\right\} = 0$

$\alpha + \frac{1}{\alpha} \neq 0, \alpha + \frac{1}{\alpha} > 0$

($\because$ 복소수 α 의 실수부가 양이므로)

$\therefore\ \alpha + \frac{1}{\alpha} = \sqrt{3}$

24. $\alpha = \frac{1-\sqrt{5}i}{2}$ 에 대하여 $x = \frac{\alpha+1}{\alpha-1}$ 이라 할 때, $3x^3+4x^2+3x+3$ 의 값을 구하면?
(단, $i = \sqrt{-1}$)

① -7 ② -8 ③ -9 ④ -10 ⑤ -11

해설

$$x = \frac{\alpha+1}{\alpha-1} = \frac{\frac{3-\sqrt{5}i}{2}}{\frac{-1-\sqrt{5}i}{2}} = \frac{3-\sqrt{5}i}{-1-\sqrt{5}i}$$

$\therefore\ x = \frac{1+2\sqrt{5}i}{3}$ $3x-1 = (3x-1 = 2\sqrt{5}i)$, 양변을 제곱해서 정리하면

$3x^2-2x+7=0$

$3x^3+4x^2+3x+3$ 를 $3x^2-2x+7$ 로 나누면 몫이 $x+2$, 나머지가 -11 이다.

즉, $3x^3+4x^2+3x+3 = (3x^2-2x+7)(x+2)-11$

$3x^2-2x+7=0$ 이므로

$\therefore\ 3x^3+4x^2+3x+3=-11$

25. $\sqrt{\frac{b+1}{a-1}} = -\frac{\sqrt{b+1}}{\sqrt{a-1}}$ 을 만족하는 실수 $a,\ b$ 에 대하여 $\sqrt{(b-a+2)^2} + \sqrt{(2-a)^2} + \sqrt{(2+b)^2} = 0$ 을 만족하는 점의 자취 $p(a,\ b)$ 의 기울기를 구하면?

① 1 ② -1 ③ 2 ④ $\frac{1}{2}$ ⑤ $-\frac{2}{3}$

해설

$\sqrt{\frac{b+1}{a-1}} = -\frac{\sqrt{b+1}}{\sqrt{a-1}}$ 에서

$a-1<0,\ b+1 \geq 0 \therefore\ b \geq -1,\ a<1$

$\therefore\ b-a+2 = b+1-(a-1) > 0$

$a-2<0,\ 2-a>0$

$2+b>0$

$\therefore$ (준식) $= (b-a+2)+(2-a)+(b+2)$

$= 2b-2a+6$

$\therefore\ 2b-2a+6=0$에서 $b=a-3$

$\therefore$ 기울기는 1