

# 2018학년도 3월 고3 전국연합학력평가 정답 및 해설

## • 수학 영역 •

### 수학'나'형 정답

1	④	2	①	3	②	4	③	5	③
6	⑤	7	①	8	①	9	⑤	10	②
11	③	12	②	13	⑤	14	④	15	④
16	②	17	①	18	⑤	19	④	20	③
21	②	22	20	23	5	24	21	25	17
26	8	27	22	28	200	29	28	30	320

### 해설

- [출제의도]** 기호의 뜻을 알고 집합의 원소의 개수를 센다.  
집합  $A$ 의 원소의 개수는 4이므로  $n(A)=4$
- [출제의도]** 간단한 거듭제곱근을 계산한다.  
 $\sqrt{4} \times \sqrt[3]{8} = \sqrt{2^2} \times \sqrt[3]{2^3}$   
 $= 2 \times 2$   
 $= 4$
- [출제의도]** 수열의 극한을 계산한다.  
 $\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{2}{n} + \frac{1}{2} \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2}{n} + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2}$   
 $= 0 + \frac{1}{2}$   
 $= \frac{1}{2}$
- [출제의도]** 등비수열이 되도록 하는 실수의 값을 구한다.  
세 수 3, -6,  $a$ 가 이 순서대로 등비수열을 이루므로  $\frac{-6}{3} = \frac{a}{-6}$   
 $3 \times a = (-6)^2$   
따라서  $a = 12$
- [출제의도]** 합성함수의 함수값을 구한다.  
두 함수  $f(x) = \sqrt{x+1} - 3$ ,  $g(x) = x+1$ 에서  $f(3) = \sqrt{3+1} - 3 = -1$   
 $g(-1) = 0$   
따라서  $(g \circ f)(3) = g(f(3)) = g(-1) = 0$
- [출제의도]** 집합의 연산을 이해하여 모든 원소의 합을 구한다.  
 $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$  이고  
 $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ ,  $B = \{1, 3, 5\}$  이므로  
 $B^C = \{2, 4, 6\}$   
 $A \cap B^C = \{1, 2, 3, 4, 5\} \cap \{2, 4, 6\}$   
 $= \{2, 4\}$   
따라서 집합  $A \cap B^C$ 의 모든 원소의 합은  $2+4=6$   
**[다른 풀이]**  
 $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ ,  $B = \{1, 3, 5\}$  이므로  
 $A \cap B^C = A - B$   
 $= \{1, 2, 3, 4, 5\} - \{1, 3, 5\}$   
 $= \{2, 4\}$   
따라서 집합  $A \cap B^C$ 의 모든 원소의 합은  $2+4=6$
- [출제의도]** 평행이동을 이해하여 유리함수의 그래프의 두 점근선을 구한다.

함수  $y = \frac{1}{x+3} + 8$ 의 그래프의 두 점근선의 방정식은  $x = -3$ ,  $y = 8$ 이므로  $a = -3$ ,  $b = 8$ 이다.  
따라서  $a+b = -3+8=5$

- [출제의도]** 수열의 극한을 이해하여 극한값을 구한다.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{a_n} = 0 \text{ 이므로}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{-2a_n + 1}{a_n + 3} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{-2 + \frac{1}{a_n}}{1 + \frac{3}{a_n}}$$

$$= \frac{-2+0}{1+3 \times 0}$$

$$= -2$$

- [출제의도]** 수열의 합을 이해하여 등식을 만족시키는 실수의 값을 구한다.

$$\sum_{k=1}^5 \frac{1}{k} = a + \sum_{k=1}^5 \frac{1}{k+1}$$

$$\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} = a + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6}$$

$$1 = a + \frac{1}{6}$$

따라서  $a = \frac{5}{6}$

- [출제의도]** 상용로그표를 이용하여 상용로그의 값을 구한다.

$$\log \sqrt{419} = \frac{1}{2} \log 419$$

$$= \frac{1}{2} \log(4.19 \times 100)$$

$$= \frac{1}{2} (\log 4.19 + \log 100)$$

$$= \frac{1}{2} (\log 4.19 + 2) \text{ 이고}$$

상용로그표에서  $\log 4.19 = 0.6222$   
따라서

$$\log \sqrt{419} = \frac{1}{2} (0.6222 + 2)$$

$$= 1.3111$$

- [출제의도]** 등비급수가 수렴하도록 하는 정수의 개수를 구한다.

$x$ 가 정수일 때, 급수  $\sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{2x-3}{7} \right)^n$ 은 첫째항과 공비가 모두  $\frac{2x-3}{7}$ 인 등비급수이다.  
그러므로 등비급수  $\sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{2x-3}{7} \right)^n$ 이 수렴하기 위한 필요충분조건은  $-1 < \frac{2x-3}{7} < 1$ 이다.

$$-7 < 2x-3 < 7$$

$$-4 < 2x < 10$$

$$-2 < x < 5$$

따라서 정수  $x$ 의 개수는  $5 - (-2) - 1 = 6$

- [출제의도]** 로그의 밑을 변환하여 식의 값을 구한다.

밑의 변환 공식에 의하여

$$\frac{1}{\log_4 18} + \frac{2}{\log_9 18} = \log_{18} 4 + 2 \log_{18} 9$$

$$= \log_{18} 2^2 + 2 \log_{18} 3^2$$

$$= \log_{18} 2^2 + \log_{18} (3^2)^2$$

$$= \log_{18} 2^2 + \log_{18} 3^4$$

$$= \log_{18} (2^2 \times 3^4)$$

$$= \log_{18} (2 \times 3^2)^2$$

$$= \log_{18} 18^2$$

$$= 2 \log_{18} 18$$

$$= 2$$

- [출제의도]** 명제가 참이 되도록 하는 실수의 값을 구한다.

명제  $p \rightarrow q$ 의 역이 참이므로 명제  $q \rightarrow p$ 가 참이다.  
그러므로  $Q \subset P$ 가 성립해야 한다.

$4 \in Q$ 이므로  $4 \in P$ 이어야 한다.

$$a^2 = 4, \text{ 즉 } a = 2 \text{ 또는 } a = -2$$

(i)  $a = -2$ 일 때

$$P = \{2, 3, 4\}, Q = \{-1, 4\} \text{ 이므로}$$

$$Q \not\subset P$$

(ii)  $a = 2$ 일 때

$$P = \{2, 3, 4\}, Q = \{3, 4\} \text{ 이므로}$$

$$Q \subset P$$

따라서 (i), (ii)에 의하여  $a = 2$

- [출제의도]** 이차방정식의 근과 계수의 관계와 지수 법칙을 이용하여 문제를 해결한다.

$x$ 에 대한 이차방정식  $x^2 - \sqrt[3]{81}x + a = 0$ 의 두 근이  $\sqrt[3]{3}$ 과  $b$ 이므로 이차방정식의 근과 계수의 관계에 의하여

$$\sqrt[3]{3} + b = \sqrt[3]{81}, \sqrt[3]{3}b = a$$

그러므로

$$b = \sqrt[3]{81} - \sqrt[3]{3}$$

$$= \sqrt[3]{3^4} - \sqrt[3]{3}$$

$$= 3\sqrt[3]{3} - \sqrt[3]{3}$$

$$= 2\sqrt[3]{3}$$

$$a = \sqrt[3]{3}b$$

$$= \sqrt[3]{3} \times 2\sqrt[3]{3}$$

$$= 2\sqrt[3]{3^2}$$

따라서

$$ab = 2\sqrt[3]{3^2} \times 2\sqrt[3]{3}$$

$$= 4\sqrt[3]{3^3}$$

$$= 4 \times 3$$

$$= 12$$

- [출제의도]** 충분조건이 되도록 하는 자연수의 최솟값을 구하는 문제를 해결한다.

두 조건  $p, q$ 에 대한 진리집합을 각각  $P, Q$ 라 하자.  
 $p \rightarrow \sim q$ 가 참이면 이 명제의 대우인  $q \rightarrow \sim p$ 도 참이므로  $Q \subset P^C$ 이어야 한다.

$$P = \{x \mid |x| \geq a\} \text{ 이므로}$$

$$P^C = \{x \mid |x| < a\}$$

$$= \{x \mid -a < x < a\}$$

$$Q = \{x \mid x(x-3) \leq 0\}$$

$$= \{x \mid 0 \leq x \leq 3\}$$

그러므로  $\{x \mid 0 \leq x \leq 3\} \subset \{x \mid -a < x < a\}$ 에서

$$-a < 0 \text{ 이고 } a > 3 \text{ 이어야 하므로 } a > 3$$

따라서 자연수  $a$ 의 최솟값은 4

**[다른 풀이]**

두 조건  $p, q$ 에 대한 진리집합을 각각  $P, Q$ 라 하면

$$P = \{x \mid |x| \geq a\} = \{x \mid x \leq -a \text{ 또는 } x \geq a\},$$

$$Q = \{x \mid x(x-3) \leq 0\} = \{x \mid 0 \leq x \leq 3\}$$

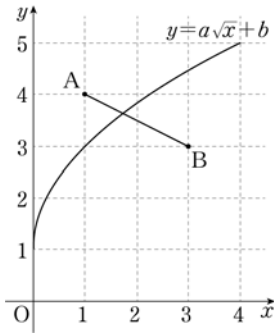
$p$ 가  $\sim q$ 이기 위한 충분조건이면  $P \subset Q^C$ 이어야 한다.

$$Q^C = \{x \mid x < 0 \text{ 또는 } x > 3\}$$

$$-a < 0 \text{ 이고 } a > 3 \text{ 이어야 하므로 } a > 3$$

따라서 자연수  $a$ 의 최솟값은 4

- [출제의도]** 무리함수의 그래프와 선분이 만나도록 하는 자연수의 값을 구하는 문제를 해결한다.



$a, b$ 는 자연수이므로

(i)  $a=1$ 인 경우

함수  $f(x) = \sqrt{x} + b$ 의 그래프가 선분 AB와 만나기 위해서는  $f(1) \leq 4$ 이고  $f(3) \geq 3$ 이어야 하므로

$$\sqrt{1} + b \leq 4 \text{ 이고 } \sqrt{3} + b \geq 3$$

$$\text{따라서 } 3 - \sqrt{3} \leq b \leq 3$$

이를 만족시키는 자연수  $b$ 는 2, 3이므로

순서쌍  $(a, b)$ 는 (1, 2), (1, 3)

(ii)  $a=2$ 인 경우

함수  $f(x) = 2\sqrt{x} + b$ 의 그래프가 선분 AB와 만나기 위해서는  $f(1) \leq 4$ 이고  $f(3) \geq 3$ 이어야 하므로

$$2\sqrt{1} + b \leq 4 \text{ 이고 } 2\sqrt{3} + b \geq 3$$

$$3 - 2\sqrt{3} \leq b \leq 2$$

이를 만족시키는 자연수  $b$ 는 1, 2이므로

순서쌍  $(a, b)$ 는 (2, 1), (2, 2)

(iii)  $a=3$ 인 경우

함수  $f(x) = 3\sqrt{x} + b$ 의 그래프가 선분 AB와 만나기 위해서는  $f(1) \leq 4$ 이고  $f(3) \geq 3$ 이어야 하므로

$$3\sqrt{1} + b \leq 4 \text{ 이고 } 3\sqrt{3} + b \geq 3$$

$$3 - 3\sqrt{3} \leq b \leq 1$$

이를 만족시키는 자연수  $b$ 는 1이므로

순서쌍  $(a, b)$ 는 (3, 1)

(iv)  $a \geq 4$ 인 경우  $f(1) = a + b > 4$ 이므로

함수  $f(x) = a\sqrt{x} + b$ 의 그래프는 선분 AB와 만나지 않는다.

따라서 (i), (ii), (iii), (iv)에서 조건을 만족시키는 순서쌍의 개수는  $2 + 2 + 1 = 5$

**17. [출제의도] 역함수의 성질을 이용하여 역함수의 합숫값을 구하는 문제를 해결한다.**

곡선  $y=f(x)$ 와 곡선  $y=g(x)$ 가 점 (1, 3)에서 만나므로  $f(1)=3$ 이고  $g(1)=3$ 이다.

이때 함수  $g(x)$ 는 함수  $f(x)$ 의 역함수이므로

$$g(1)=3 \text{에서 } f(3)=1$$

$$f(1) = \sqrt{a+b} + 1 = 3 \text{에서}$$

$$a+b=4 \dots\dots \textcircled{A}$$

$$f(3) = \sqrt{3a+b} + 1 = 1 \text{에서}$$

$$3a+b=0 \dots\dots \textcircled{B}$$

$\textcircled{A}, \textcircled{B}$ 에 의해

$$a=-2, b=6$$

$$\text{그러므로 } f(x) = \sqrt{-2x+6} + 1$$

$$g(5)=k \text{라 하면 } f(k)=5 \text{이므로}$$

$$f(k) = \sqrt{-2k+6} + 1 = 5 \text{에서 } \sqrt{-2k+6} = 4$$

$$-2k+6=16$$

$$k=-5$$

$$\text{따라서 } g(5) = -5$$

**18. [출제의도] 수열의 합을 이용하여 수열의 극한을 구하는 과정을 증명한다.**

$P_n(2n, 0), Q_n(0, 4n^2)$ 이므로

직선  $P_nQ_n$ 의 기울기는

$$\frac{0-4n^2}{2n-0} = \frac{-4n^2}{2n}$$

$$= -2n \text{ 이고}$$

$y$ 절편은  $4n^2$ 이므로

직선  $P_nQ_n$ 의 방정식은  $y = -2n \times x + 4n^2$   
 $x$ 좌표가  $k$  ( $k$ 는  $2n-1$  이하의 자연수)일 때 영역에 속하는 점의  $y$ 좌표는  $(k-2n)^2$ 부터  $-2n \times k + 4n^2$ 까지이므로 그 개수는

$$-2n \times k + 4n^2 - (k-2n)^2 + 1 = -k^2 + 1 + 2nk$$

$$a_n = \sum_{k=1}^{2n-1} (-k^2 + 1 + 2nk)$$

$$= -\frac{(2n-1) \times 2n \times (4n-1)}{6} + (2n-1)$$

$$+ 2n \times \frac{(2n-1) \times 2n}{2}$$

$$= -\frac{n(2n-1)(4n-1)}{3} + (2n-1) + 2n^2(2n-1)$$

$$= (2n-1) \left\{ 2n^2 - \frac{n(4n-1)}{3} + 1 \right\}$$

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

그러므로

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_n}{n^3} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2n-1) \left( \frac{2}{3}n^2 + \frac{n}{3} + 1 \right)}{n^3} = \frac{4}{3}$$

$$f(n) = -2n, g(k) = -k^2 + 1, p = \frac{4}{3} \text{ 이고}$$

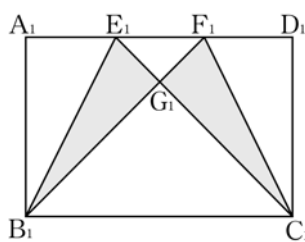
$$f(3) = -6, g(4) = -15$$

따라서

$$p \times f(3) \times g(4) = \frac{4}{3} \times (-6) \times (-15) = 120$$

**19. [출제의도] 도형의 답을 이용하여 등비급수의 합을 구하는 문제를 해결한다.**

그림  $R_n$ 에서 새로 색칠된 부분의 넓이를  $a_n$ 이라 하자.



$\overline{A_1B_1} = \overline{A_1F_1} = 2$ 이므로 삼각형  $A_1B_1F_1$ 은 직각이등변 삼각형이고  $\angle G_1B_1C_1 = 45^\circ$ 이다.

$\overline{D_1C_1} = \overline{D_1E_1} = 2$ 이므로 삼각형  $D_1C_1E_1$ 은 직각이등변 삼각형이고  $\angle G_1C_1B_1 = 45^\circ$ 이다.

그러므로  $\angle B_1G_1C_1 = 90^\circ$ 이고, 삼각형  $G_1B_1C_1$ 은 직각이등변삼각형이다.

또한,  $\angle G_1E_1F_1 = 45^\circ, \angle G_1F_1E_1 = 45^\circ$ 이므로 삼각형  $G_1E_1F_1$ 도 직각이등변삼각형이다.

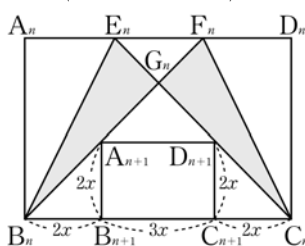
$$\overline{B_1C_1} = 3 \text{ 이므로}$$

$$\overline{B_1G_1} = \frac{3\sqrt{2}}{2}$$

$$\overline{E_1F_1} = 1 \text{ 이므로}$$

$$\overline{E_1G_1} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{그러므로 } a_1 = 2 \times \left( \frac{1}{2} \times \frac{3\sqrt{2}}{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{3}{2}$$



$$\overline{A_{n+1}B_{n+1}} = 2x \text{ 라 하면 } \overline{B_{n+1}C_{n+1}} = 3x \text{ 이고}$$

$$\overline{B_nC_n} = 2x + 3x + 2x = 7x \text{ 이므로}$$

$$\overline{B_{n+1}C_{n+1}} = 3x = \frac{3}{7} \overline{B_nC_n}$$

직사각형  $A_nB_nC_nD_n$ 과 직사각형  $A_{n+1}B_{n+1}C_{n+1}D_{n+1}$

의 닮음비가  $1 : \frac{3}{7}$ 이므로, 그림  $R_{n+1}$ 에서 추가로 색칠되는 도형의 넓이  $a_{n+1}$ 은

$$a_{n+1} = \left( \frac{3}{7} \right)^2 a_n = \frac{9}{49} a_n$$

그러므로 수열  $\{a_n\}$ 은 첫째항이  $\frac{3}{2}$ 이고 공비가  $\frac{9}{49}$ 인 등비수열이다.

따라서

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \sum_{n=1}^{\infty} a_n$$

$$= \frac{\frac{3}{2}}{1 - \frac{9}{49}}$$

$$= \frac{147}{80}$$

**20. [출제의도] 수열이 수렴할 조건과 극한값을 추론한다.**

ㄱ. 수열  $\{a_n\}$ 은

$$1, 2, 1, 2, \dots$$

이므로 수열  $\{a_n\}$ 은 발산(진동)한다. (참)

ㄴ. 수열  $\{b_n\}$ 은

$$p+q, -p+q, p+q, -p+q, \dots$$

이므로  $p=0$ 인 경우 수열  $\{b_n\}$ 은

$$q, q, q, \dots$$

가 되어 수렴한다. (참)

ㄷ. 수열  $\{a_n + b_n\}$ 은

$$1+p+q, 2-p+q, 1+p+q, 2-p+q, \dots$$

이므로 수열  $\{a_n + b_n\}$ 이 수렴하기 위해서는

$$1+p+q = 2-p+q$$

$$p = \frac{1}{2}$$

수열  $\{a_n b_n\}$ 은

$$1 \times (p+q), 2 \times (-p+q), 1 \times (p+q), 2 \times (-p+q), \dots$$

이므로 수열  $\{a_n b_n\}$ 이 수렴하기 위해서는

$$1 \times (p+q) = 2 \times (-p+q)$$

$$q = 3p$$

그러므로

$$q = 3 \times \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

그러면  $1+p+q = 2-p+q = 3$ 이므로

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = 3$$

또한,  $1 \times (p+q) = 2 \times (-p+q) = 2$ 이므로

$$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n = 2$$

그러므로

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \{(a_n)^2 + (b_n)^2\}$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \{(a_n + b_n)^2 - 2a_n b_n\}$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) \times \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) - 2 \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n$$

$$= 3^2 - 2 \times 2 = 5 \text{ (거짓)}$$

따라서 옳은 것은 ㄴ, ㄷ

[다른 풀이]

$$\text{ㄷ. } a_n + b_n = \left\{ \frac{1}{2} \times (-1)^n + \frac{3}{2} \right\} + \left\{ p \times (-1)^{n+1} + q \right\}$$

$$= \left( \frac{1}{2} - p \right) (-1)^n + \frac{3}{2} + q \text{ 이므로}$$

수열  $\{a_n + b_n\}$ 이 수렴하려면

$$\frac{1}{2} - p = 0, \text{ 즉 } p = \frac{1}{2} \text{ 이어야 한다.}$$

$$p = \frac{1}{2} \text{ 일 때,}$$

$$a_n b_n = \left\{ \frac{1}{2} \times (-1)^n + \frac{3}{2} \right\} \left\{ \frac{1}{2} \times (-1)^{n+1} + q \right\}$$

$$= \left\{ \frac{1}{2} \times (-1)^n + \frac{3}{2} \right\} \left\{ -\frac{1}{2} \times (-1)^n + q \right\}$$

$$= -\frac{1}{4} \times (-1)^{2n} + \left( \frac{q}{2} - \frac{3}{4} \right) (-1)^n + \frac{3}{2} q$$

$$= \left(\frac{q}{2} - \frac{3}{4}\right) \left(-1\right)^n - \frac{1}{4} + \frac{3}{2}q \text{이므로}$$

수열  $\{a_n b_n\}$ 이 수렴하려면

$$\frac{q}{2} - \frac{3}{4} = 0, \text{ 즉 } q = \frac{3}{2} \text{ 이어야 한다.}$$

그러므로

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) &= \frac{3}{2} + q \\ &= \frac{3}{2} + \frac{3}{2} = 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n &= -\frac{1}{4} + \frac{3}{2}q \\ &= -\frac{1}{4} + \frac{9}{4} = 2 \end{aligned}$$

따라서

$$\begin{aligned} &\lim_{n \rightarrow \infty} \{(a_n)^2 + (b_n)^2\} \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \{(a_n + b_n)^2 - 2a_n b_n\} \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n)^2 - \lim_{n \rightarrow \infty} 2a_n b_n \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) \times \lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) - 2 \lim_{n \rightarrow \infty} a_n b_n \\ &= 3^2 - 2 \times 2 = 5 \end{aligned}$$

**21. [출제의도] 항등함수와 상수함수의 뜻을 이해하여 함수를 추론한다.**

함수  $f: X \rightarrow X$ 가 일대일 대응이 아니라 가정하면

합성함수  $g \circ f: X \rightarrow X$ 는

일대일 대응이 아니게 되므로 항등함수도 아니다.

이런 경우 조건 (나)를 만족시키지 않게 되므로

함수  $f$ 는 일대일 대응이어야 한다.

마찬가지 이유로 함수  $g$ 도 일대일 대응이다.

두 일대일 대응  $f, g$ 에 대하여

$$\sum_{n=1}^9 f(n) = 1+2+\dots+9 = 45,$$

$$\sum_{n=1}^9 g(n) = 1+2+\dots+9 = 45 \text{ 이므로}$$

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^9 \{f(n) + g(n)\} &= \sum_{n=1}^9 f(n) + \sum_{n=1}^9 g(n) \\ &= 45 + 45 \\ &= 90 \end{aligned}$$

조건 (다)에서  $f(x) + g(x)$ 의 값은 일정하므로

$f(x) + g(x) = k$  ( $k$ 는 상수)라 하자.

$$\sum_{n=1}^9 \{f(n) + g(n)\} = \sum_{n=1}^9 k = 9k \text{ 이므로}$$

$$9k = 90 \text{ 에서 } k = 10$$

모든  $x \in X$ 에 대하여

$$f(x) + g(x) = 10 \dots \textcircled{1}$$

조건 (가)에서

$$f(1) = 8 \text{ 이므로 조건 (나)에 의하여}$$

$$g(8) = 1$$

$$g(8) = 1 \text{ 이므로 } \textcircled{1} \text{에 의하여}$$

$$f(8) = 9$$

$$f(8) = 9 \text{ 이므로 조건 (나)에 의하여}$$

$$g(9) = 8$$

$$g(9) = 8 \text{ 이므로 } \textcircled{1} \text{에 의하여}$$

$$f(9) = 2$$

$$f(9) = 2 \text{ 이므로 조건 (나)에 의하여}$$

$$g(2) = 9$$

$$g(2) = 9 \text{ 이므로 } \textcircled{1} \text{에 의하여}$$

$$f(2) = 1$$

$$f(2) = 1 \text{ 이므로 조건 (나)에 의하여}$$

$$g(1) = 2$$

$$f(5) = a \text{ 라 하면}$$

$$\text{조건 (나)에 의하여}$$

$$g(a) = 5$$

$$g(a) = 5 \text{ 이면 } \textcircled{1} \text{에 의하여}$$

$$f(a) = 5$$

$$f(a) = 5 \text{ 이면 조건 (나)에 의하여}$$

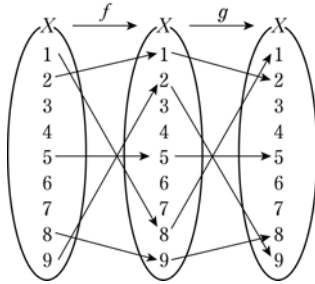
$$g(5) = a$$

이때  $10 = f(5) + g(5) = a + a = 2a$  이므로

$$a = 5$$

즉  $f(5) = 5$  이고  $\textcircled{1}$ 에 의하여  $g(5) = 5$

이상의 대응을 그림으로 표현하면 다음과 같다.



조건 (가)에 의하여  $f(3) \neq 6$  이므로

(i)  $f(3) = 3$  이면

조건 (나)에 의하여

$$g(3) = 3$$

$\textcircled{1}$ 에 의하여  $g(3) = 7$  이므로

이 경우는 불가능하다.

(ii)  $f(3) = 7$  이면

조건 (나)에 의하여

$$g(7) = 3$$

$$g(7) = 3 \text{ 이면 } \textcircled{1} \text{에 의하여}$$

$$f(7) = 7$$

함수  $f$ 가 일대일 대응이 아니게 되므로 이 경우는 불가능하다.

(iii)  $f(3) = 4$  이면

조건 (나)에 의하여

$$g(4) = 3$$

$$g(4) = 3 \text{ 이면 } \textcircled{1} \text{에 의하여}$$

$$f(4) = 7$$

$$f(4) = 7 \text{ 이면 조건 (나)에 의하여}$$

$$g(7) = 4$$

$$g(7) = 4 \text{ 이면 } \textcircled{1} \text{에 의하여}$$

$$f(7) = 6$$

$$f(7) = 6 \text{ 이면 조건 (나)에 의하여}$$

$$g(6) = 7$$

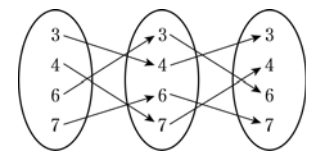
$$g(6) = 7 \text{ 이면 } \textcircled{1} \text{에 의하여}$$

$$f(6) = 3$$

$$f(6) = 3 \text{ 이면 조건 (나)에 의하여}$$

$$g(3) = 6$$

(iii)의 대응을 그림으로 표현하면 다음과 같다.



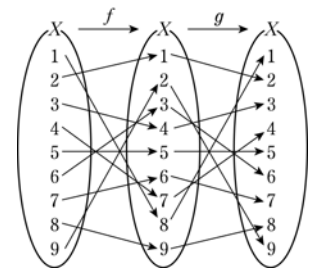
따라서

$$(f \circ f \circ f)(7) = f(f(6))$$

$$= f(3)$$

$$= 4$$

**[참고]** 함수  $f$ 와  $g$ 는 다음과 같다.



**22. [출제의도] 첫째항과 공차가 주어진 등차수열의 항을 계산한다.**

첫째항이 10이고 공차가 5인 등차수열  $\{a_n\}$ 의 일반항  $a_n$ 은

$$a_n = 10 + (n-1) \times 5$$

$$= 5n + 5$$

따라서

$$a_3 = 5 \times 3 + 5$$

$$= 20$$

**23. [출제의도] 지수법칙을 이용하여 로그를 계산한다.**

$$\log_2 (2^2 \times 2^3) = \log_2 2^{2+3}$$

$$= \log_2 2^5$$

$$= 5 \log_2 2$$

$$= 5$$

**24. [출제의도] 부분함의 극한과 수열의 일반항의 관계를 이해하여 극한값을 구한다.**

수열  $\{S_n\}$ 이 수렴하므로

$$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$$

따라서

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (2a_n + 3S_n) = 2 \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + 3 \lim_{n \rightarrow \infty} S_n$$

$$= 2 \times 0 + 3 \times 7$$

$$= 21$$

**25. [출제의도] 지수법칙을 이용하여 주어진 식의 값을 구한다.**

$$2^{-a} + 2^{-b} = \frac{1}{2^a} + \frac{1}{2^b}$$

$$= \frac{2^a + 2^b}{2^{a+b}}$$

$$= \frac{9}{4} \dots \textcircled{1}$$

그런데  $2^a + 2^b = 2$ 이므로 이 값을  $\textcircled{1}$ 에 대입하면

$$\frac{2}{2^{a+b}} = \frac{9}{4}$$

$$2^{a+b} = 2 \times \frac{4}{9} = \frac{8}{9}$$

$$\text{따라서 } p = 9, q = 8, p + q = 17$$

**26. [출제의도] 조건을 만족시키는 수열을 추론하여 값을 구한다.**

수열  $\{a_n\}$ 의 첫째항이 6이므로  $a_1 > 0$

$$\text{이때 } a_2 = 2 - 6 = -4$$

$a_2 < 0$ 이므로

$$a_3 = a_2 + p = -4 + p$$

(i)  $-4 + p \geq 0$ , 즉  $p \geq 4$ 일 때

$$a_4 = 2 - a_3$$

$$= 2 - (-4 + p)$$

$$= 6 - p$$

$$= 0 \text{ 에서}$$

$$p = 6$$

(ii)  $-4 + p < 0$ , 즉  $p < 4$ 일 때

$$a_4 = a_3 + p$$

$$= (-4 + p) + p$$

$$= -4 + 2p$$

$$= 0 \text{ 에서}$$

$$p = 2$$

따라서 (i), (ii)에 의하여  $a_4 = 0$ 이 되도록 하는 모든 실수  $p$ 의 값의 합은  $6 + 2 = 8$

**27. [출제의도] 집합의 연산을 활용하여 실생활 문제를 해결한다.**

직업 체험을 신청한 학생의 집합을  $A$ , 대학 탐방을 신청한 학생의 집합을  $B$ 라 하자.

직업 체험과 대학 탐방을 모두 신청한 학생은 5명이므로

$$n(A \cap B) = 5 \dots \textcircled{1}$$

직업 체험과 대학 탐방 중 어느 것도 신청하지 않은 학생은 3명이므로

$$n((A \cup B)^c) = 3$$

그러므로

$$n(A \cup B) = n(U) - n((A \cup B)^c)$$

$$= 31 - 3 = 28 \dots \textcircled{2}$$

직업 체험을 신청한 학생 수는 대학 탐방을 신청한 학생 수의 2배이므로

$$n(A) = 2 \times n(B) \dots \textcircled{C}$$

그런데

$$n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$$

이므로  $\textcircled{A}$ ,  $\textcircled{B}$ ,  $\textcircled{C}$  에서

$$28 = 2 \times n(B) + n(B) - 5$$

$$n(B) = 11$$

$$n(A) = 2 \times 11 = 22$$

따라서 직업 체험을 신청한 학생 수는 22

**28. [출제의도] 두 직선의 교점을 이용하여 등차수열의 합을 구하는 문제를 해결한다.**

점  $(n, 0)$  을 지나고  $x$  축에 수직인 직선이 일차함수의 그래프와 만나는 점의  $y$  좌표를  $a_n$  이라 하면  $a_n$  을  $n$  에 관한 일차식으로 나타낼 수 있으므로 수열  $\{a_n\}$  은 등차수열이다.

$$a_4 = \frac{7}{2} \text{ 이고 } a_7 = 5 \text{ 이므로 등차수열 } \{a_n\} \text{ 의 공차를 } d$$

라 하면

$$3d = a_7 - a_4$$

$$= 5 - \frac{7}{2}$$

$$= \frac{3}{2}$$

$$d = \frac{1}{2}$$

$$a_1 = a_4 - 3d$$

$$= \frac{7}{2} - 3 \times \frac{1}{2}$$

$$= 2$$

$\sum_{k=1}^{25} a_k$  의 값은 첫째항이 2이고 공차가  $\frac{1}{2}$  인 등차수열의 첫째항부터 제 25항까지의 합과 같으므로

$$\sum_{k=1}^{25} a_k = \frac{25 \left( 2 \times 2 + (25-1) \times \frac{1}{2} \right)}{2}$$

$$= \frac{25 \times 16}{2}$$

$$= 200$$

**[다른 풀이 1]**

점  $(n, 0)$  을 지나고  $x$  축에 수직인 직선이 일차함수의 그래프와 만나는 점의  $y$  좌표를  $a_n$  이라 하면  $a_n$  을  $n$  에 관한 일차식으로 나타낼 수 있으므로 수열  $\{a_n\}$  은 등차수열이다.

$$a_4 = \frac{7}{2} \text{ 이고 } a_7 = 5 \text{ 이므로 등차수열 } \{a_n\} \text{ 의 공차를 } d$$

라 하면

$$3d = a_7 - a_4$$

$$= 5 - \frac{7}{2}$$

$$= \frac{3}{2}$$

$$d = \frac{1}{2}$$

$$a_{13} = a_7 + 6d$$

$$= 5 + 3$$

$$= 8 \text{ 이므로}$$

$$\sum_{k=1}^{25} a_k = (a_1 + a_{25}) + (a_2 + a_{24}) + \dots + (a_{12} + a_{14}) + a_{13}$$

$$= 2a_{13} + 2a_{13} + \dots + 2a_{13} + a_{13}$$

$$= 12 \times 2a_{13} + a_{13}$$

$$= 25a_{13}$$

$$= 25 \times 8$$

$$= 200$$

**[다른 풀이 2]**

$$a_4 = \frac{7}{2} \text{ 이고 } a_7 = 5 \text{ 이므로}$$

직선  $l$  은 두 점  $\left(4, \frac{7}{2}\right)$ ,  $(7, 5)$  를 지난다.

$$\text{직선 } l \text{ 의 기울기는 } \frac{5 - \frac{7}{2}}{7 - 4} = \frac{\frac{3}{2}}{3} = \frac{1}{2} \text{ 이므로}$$

$$\text{직선 } l \text{ 의 방정식은 } y = \frac{1}{2}(x-4) + \frac{7}{2} = \frac{1}{2}x + \frac{3}{2}$$

점  $(n, 0)$  을 지나고  $x$  축에 수직인 직선이 직선  $l$  과

만나는 점의  $y$  좌표가  $a_n$  이므로  $a_n = \frac{1}{2}n + \frac{3}{2}$

$$\sum_{k=1}^{25} a_k = \sum_{k=1}^{25} \left( \frac{1}{2}k + \frac{3}{2} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{25 \times 26}{2} + \frac{3}{2} \times 25$$

$$= \frac{25 \times 13 + 3 \times 25}{2}$$

$$= \frac{25 \times 16}{2}$$

$$= 25 \times 8$$

$$= 200$$

**29. [출제의도] 명제가 참이 되도록 하는 부분집합의 개수를 구하는 문제를 해결한다.**

조건  $x^2 - 3x < 0$  의 진리집합을  $P$  라 하면

$$x(x-3) < 0 \text{ 에서 } 0 < x < 3 \text{ 이므로}$$

$$P = \{1, 2\}$$

명제 '집합  $A$  의 모든 원소  $x$  에 대하여  $x^2 - 3x < 0$  이다.' 가 참이 되기 위해서는 집합  $A$  가 집합  $P$  의 공집합이 아닌 부분집합이어야 한다.

그러므로  $A = \{1\}$  또는  $A = \{2\}$  또는  $A = \{1, 2\}$  이다.

명제 '집합  $B$  의 어떤 원소  $x$  에 대하여  $x \in A$  이다.' 가 참이 되기 위해서는  $A \cap B \neq \emptyset$  이어야 한다.

(i)  $A = \{1\}$  인 경우

집합  $B$  는 1을 원소로 갖는 집합  $U$  의 부분집합이므로 집합  $B$  의 개수는  $2^2 = 8$

(ii)  $A = \{2\}$  인 경우

집합  $B$  는 2를 원소로 갖는 집합  $U$  의 부분집합이므로 집합  $B$  의 개수는  $2^2 = 8$

(iii)  $A = \{1, 2\}$  인 경우

집합  $B$  는 1 또는 2를 원소로 갖는 집합  $U$  의 부분집합이다.

iii-가) 1을 원소로 갖고, 2를 원소로 갖지 않는 집합  $B$  의 개수는  $2^1 = 2$

iii-나) 2를 원소로 갖고, 1을 원소로 갖지 않는 집합  $B$  의 개수는  $2^1 = 2$

iii-다) 1, 2를 모두 원소로 갖는 집합  $B$  의 개수는  $2^2 = 4$

따라서 (i), (ii), (iii)에 의하여 구하는 순서쌍  $(A, B)$  의 개수는  $8 + 8 + (2 + 2 + 4) = 28$

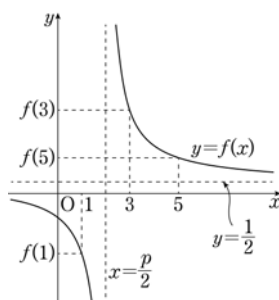
**30. [출제의도] 유리함수의 그래프와 수열의 합을 이용하여 문제를 해결한다.**

$$f(x) = \frac{x+2n}{2x-p} = \frac{\frac{1}{2}(2x-p) + \frac{p}{2} + 2n}{2x-p} = \frac{1}{2} + \frac{\frac{p}{2} + 2n}{2x-p}$$

이고  $\frac{p}{2} + 2n > 0$  이므로

$$f(1) < f(5) < f(3) \dots \textcircled{A}$$

이 성립하려면 함수  $y = f(x)$  의 그래프는 다음과 같아야 한다.



$1 < \frac{p}{2} < 3$  이어야 하므로  $2 < p < 6$  에서 자연수  $p$  의 최솟값  $m$  은 3

$$\text{함수 } g(x) = \frac{2x+n}{x+q} = \frac{2(x+q) + n - 2q}{x+q} = 2 + \frac{n-2q}{x+q}$$

이므로 곡선  $y = g(x)$  의 두 점근선의 방정식은

$$x = -q, y = 2$$

$$p=3 \text{ 일 때 } f(x) = \frac{x+2n}{2x-3} \text{ 에 대하여}$$

$$x_1 = f(1) = -2n-1$$

$$x_2 = f(5) = \frac{2n+5}{7}$$

$$x_3 = f(3) = \frac{2n+3}{3}$$

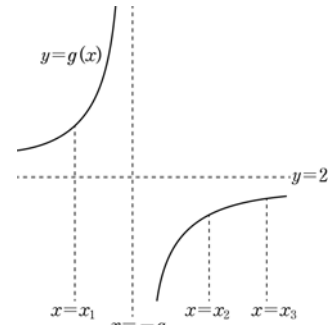
이라 하면  $\textcircled{A}$  으로부터

$$x_1 < x_2 < x_3$$

이때 문제의 조건에서

$$g(x_2) < g(x_3) < g(x_1) \text{ 이 성립해야 하므로}$$

함수  $y = g(x)$  의 그래프는 다음과 같아야 한다.



그러므로  $x_1 < -q < x_2$  이고  $n-2q < 0$  이어야 한다.

$$\text{즉 } -2n-1 < -q < \frac{2n+5}{7} \text{ 이고 } q > \frac{n}{2} \text{ 이어야 하므로}$$

$$\frac{n}{2} < q < 2n+1$$

(i)  $n = 2l-1$  ( $l$  은 자연수) 일 때

$$\frac{2l-1}{2} < q < 2(2l-1)+1 \text{ 에서}$$

$$l - \frac{1}{2} < q < 4l-1 \text{ 이므로}$$

$$q = l, l+1, \dots, 4l-2$$

그러므로 정수  $q$  의 개수는  $3l-1$

(ii)  $n = 2l$  ( $l$  은 자연수) 일 때

$$\frac{2l}{2} < q < 2 \times 2l+1 \text{ 에서}$$

$$l < q < 4l+1 \text{ 이므로}$$

$$q = l+1, l+2, \dots, 4l$$

그러므로 정수  $q$  의 개수는  $3l$

(i), (ii)에 의하여  $a_{2l-1} = 3l-1$ ,  $a_{2l} = 3l$

따라서

$$\sum_{k=1}^{20} a_k = \sum_{l=1}^{10} (a_{2l-1} + a_{2l})$$

$$= \sum_{l=1}^{10} (3l-1 + 3l)$$

$$= \sum_{l=1}^{10} (6l-1)$$

$$= 6 \sum_{l=1}^{10} l - \sum_{l=1}^{10} 1$$

$$= 6 \times \frac{10 \times 11}{2} - 10$$

$$= 330 - 10 = 320$$