

2022학년도 대학수학능력시험
수학영역 정답 및 풀이

*최근 수정일 : 22.03.07

■ [공통: 수학 I·수학 II]

- | | | | | |
|---------|---------|--------|-------|-------|
| 01. ② | 02. ⑤ | 03. ⑤ | 04. ④ | 05. ① |
| 06. ③ | 07. ① | 08. ① | 09. ④ | 10. ⑤ |
| 11. ③ | 12. ③ | 13. ② | 14. ③ | 15. ② |
| 16. 3 | 17. 4 | 18. 12 | 19. 6 | |
| 20. 110 | 21. 678 | 22. 9 | | |

1. 출제의도 : 지수법칙을 이용하여 식의 값을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$$\begin{aligned} & (2^{\sqrt{3}} \times 4)^{\sqrt{3}-2} \\ &= (2^{\sqrt{3}} \times 2^2)^{\sqrt{3}-2} \\ &= (2^{\sqrt{3}+2})^{\sqrt{3}-2} \\ &= 2^{(\sqrt{3}+2)(\sqrt{3}-2)} \\ &= 2^{3-4} \\ &= 2^{-1} \\ &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

정답 ②

2. 출제의도 : 다항함수의 미분계수를 구 할 수 있는가?

정답풀이 :

$$\begin{aligned} f'(x) &= 3x^2 + 6x + 1 \\ \text{이므로} \\ f'(1) &= 3 + 6 + 1 = 10 \end{aligned}$$

정답 ⑤

3. 출제의도 : 등차수열의 일반항을 이해하고 있는가?

정답풀이 :

등차수열 $\{a_n\}$ 의 공차를 d 라 하면

$$a_2 = a_1 + d = 6 \quad \dots \quad \textcircled{1}$$

$$a_4 + a_6 = 36 \text{에서}$$

$$(a_1 + 3d) + (a_1 + 5d) = 36$$

$$2a_1 + 8d = 36$$

$$a_1 + 4d = 18 \quad \dots \quad \textcircled{2}$$

①, ②에서

$$a_1 = 2, \quad d = 4$$

따라서

$$a_{10} = 2 + 9 \times 4 = 38$$

정답 ⑤

4. 출제의도 : 함수의 극한값을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$x \rightarrow -1$ 일 때, $f(x) \rightarrow 3$ 이므로

$$\lim_{x \rightarrow -1^-} f(x) = 3$$

또, $x \rightarrow 2$ 일 때, $f(x) \rightarrow 1$ 이므로

$$\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = 1$$

따라서,

$$\lim_{x \rightarrow -1^-} f(x) + \lim_{x \rightarrow 2} f(x) = 3 + 1 = 4$$

정답 ④

5. 출제의도 : 귀납적으로 정의된 수열의 합을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$$a_1 = 1 \text{ 이므로 } a_2 = 2$$

$$a_2 = 2 \text{ 이므로 } a_3 = 4$$

$$a_3 = 4 \text{ 이므로 } a_4 = 8$$

$$a_4 = 8 \text{ 이므로 } a_5 = 1$$

$$a_5 = 1^{\circ} \text{므로 } a_6 = 2$$

$$a_6 = 2^{\circ} \text{므로 } a_7 = 4$$

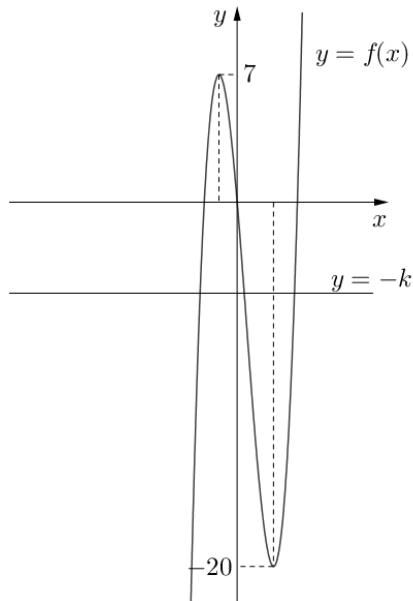
$$a_7 = 4^{\circ} \text{므로 } a_8 = 8$$

따라서

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^8 a_k &= 2 \times (1+2+4+8) \\ &= 2 \times 15 \\ &= 30\end{aligned}$$

정답 ①

6. 출제의도 : 미분을 활용하여 방정식의 실근의 개수를 구할 수 있는가?



정답풀이 :

$$\text{방정식 } 2x^3 - 3x^2 - 12x + k = 0, \text{ 즉}$$

$$2x^3 - 3x^2 - 12x = -k \quad \dots \dots \quad ⑦$$

에서

$$f(x) = 2x^3 - 3x^2 - 12x \text{라 하자.}$$

$$f'(x) = 6x^2 - 6x - 12$$

$$= 6(x+1)(x-2)$$

$$f'(x) = 0 \text{에서}$$

$$x = -1 \text{ 또는 } x = 2$$

함수 $f(x)$ 의 증가와 감소를 표로 나타내면 다음과 같다.

x	...	-1	...	2	...
$f'(x)$	+	0	-	0	+
$f(x)$	↗	7	↘	-20	↗

함수 $f(x)$ 는 $x = -1$ 에서 극댓값 7을 갖고, $x = 2$ 에서 극솟값 -20을 갖는다.

방정식 ⑦이 서로 다른 세 실근을 가지려면 함수 $y = f(x)$ 의 그래프와 직선 $y = -k$ 가 서로 다른 세 점에서 만나야 하므로

$$-20 < -k < 7$$

즉, $-7 < k < 20$ 이다.

따라서 정수 k 의 값은

$$-6, -5, -4, \dots, 19$$

이고, 그 개수는 26이다.

정답 ③

7. 출제의도 : 삼각함수의 정의와 관계를 이용하여 삼각함수의 값을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$$\tan \theta - \frac{6}{\tan \theta} = 1^{\circ} \text{므로}$$

양변에 $\tan \theta$ 를 곱하면

$$\tan^2 \theta - 6 = \tan \theta$$

$$\tan^2 \theta - \tan \theta - 6 = 0$$

$$(\tan \theta + 2)(\tan \theta - 3) = 0$$

$$\tan \theta = -2 \text{ 또는 } \tan \theta = 3$$

이때, $\pi < \theta < \frac{3}{2}\pi$ 인 경우로

$$\tan \theta = 3$$

이때,

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = 3,$$

$$\sin \theta = 3 \cos \theta$$

이므로

$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$ 에 대입하면

$$9 \cos^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$$

$$10 \cos^2 \theta = 1$$

$$\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{10}} \text{ 또는 } \cos \theta = -\frac{1}{\sqrt{10}}$$

이때, $\pi < \theta < \frac{3}{2}\pi$ 인 경우로

$$\cos \theta = -\frac{1}{\sqrt{10}} \quad \dots \textcircled{⑦}$$

이 값을 $\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$ 에 대입하면

$$\sin^2 \theta + \frac{1}{10} = 1$$

$$\sin^2 \theta = \frac{9}{10}$$

$$\sin \theta = \frac{3}{\sqrt{10}} \text{ 또는 } \sin \theta = -\frac{3}{\sqrt{10}}$$

이때, $\pi < \theta < \frac{3}{2}\pi$ 인 경우로

$$\sin \theta = -\frac{3}{\sqrt{10}} \quad \dots \textcircled{⑧}$$

따라서, ⑦과 ⑧에서

$$\begin{aligned} \sin \theta + \cos \theta &= \left(-\frac{3}{\sqrt{10}}\right) + \left(-\frac{1}{\sqrt{10}}\right) \\ &= -\frac{4}{\sqrt{10}} \\ &= -\frac{2\sqrt{10}}{5} \end{aligned}$$

정답 ①

8. 출제의도 : 정적분을 이용하여 곡선과 직선으로 둘러싸인 부분의 넓이를 구할 수 있는가?

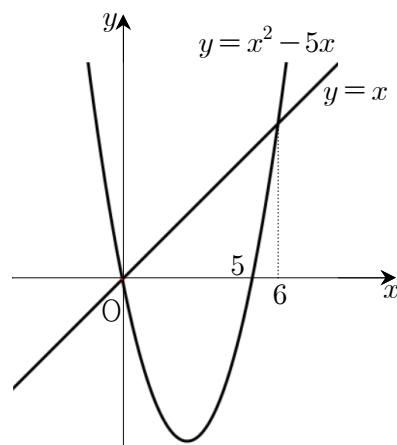
정답풀이 :

$$x^2 - 5x = x \text{에서}$$

$$x(x-6)=0$$

$$x=0 \text{ 또는 } x=6$$

곡선 $y=x^2-5x$ 와 직선 $y=x$ 가 만나는 점은 원점과 $(6, 6)$ 이다.



곡선 $y=x^2-5x$ 와 직선 $y=x$ 로 둘러싸인 부분의 넓이는

$$\int_0^6 \{x - (x^2 - 5x)\} dx$$

$$= \int_0^6 (6x - x^2) dx$$

$$= \left[3x^2 - \frac{1}{3}x^3 \right]_0^6$$

$$= 36$$

따라서 직선 $x=k$ 가 넓이를 이등분하므로

$$18 = \int_0^k \{x - (x^2 - 5x)\} dx$$

$$= \int_0^k (6x - x^2) dx$$

$$= \left[3x^2 - \frac{1}{3}x^3 \right]_0^k$$

$$= 3k^2 - \frac{1}{3}k^3$$

정리하면

$$k^3 - 9k^2 + 54 = 0$$

$$(k-3)(k^2 - 6k - 18) = 0$$

즉, $0 < k < 6$ 이므로

$$k = 3$$

즉, $q = p+1$ 이다.

한편, 점 P는 함수 $y = \left(\frac{2}{3}\right)^{x+3} + 1$ 의

그래프 위의 점이므로

$$\left(\frac{2}{3}\right)^{p+3} + 1 = 2p + k \quad \dots \textcircled{1}$$

점 Q는 함수 $y = \left(\frac{2}{3}\right)^{x+1} + \frac{8}{3}$ 의 그래프

위의 점이므로

$$\left(\frac{2}{3}\right)^{p+2} + \frac{8}{3} = 2p + k + 2 \quad \dots \textcircled{2}$$

\textcircled{1}, \textcircled{2}에서

$$\left(\frac{2}{3}\right)^{p+2} + \frac{8}{3} = \left(\frac{2}{3}\right)^{p+3} + 3$$

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

$$p+2 = 0, \text{ 즉 } p = -2$$

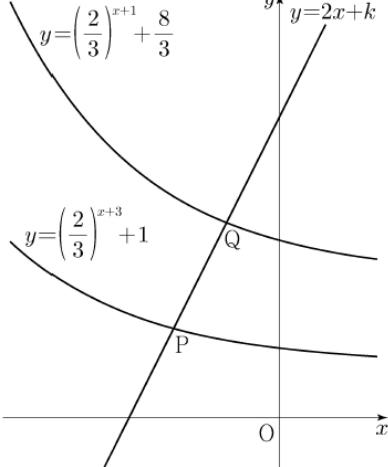
$p = -2$ 를 \textcircled{1}에 대입하면

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

$$\text{따라서 } k = \frac{17}{3}$$

정답 ④

정답풀이 :



두 점 P, Q의 x좌표를 각각

$p, q (p < q)$ 라 하면

두 점 P, Q는 직선 $y = 2x + k$ 위의 점이므로

$$P(p, 2p+k), Q(q, 2q+k)$$

로 놓을 수 있다.

이때, $\overline{PQ} = \sqrt{5}$, 즉 $\overline{PQ}^2 = 5$ 이므로

$$(q-p)^2 + (2q-2p)^2 = 5$$

$$(q-p)^2 = 1$$

$q-p > 0$ 이므로

$$q-p = 1$$

10. 출제의도 : 다항함수의 도함수와 접선의 방정식을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

점 $(0, 0)$ 이 삼차함수 $y = f(x)$ 의 그래프 위의 점이므로

$$f(0) = 0 \quad \dots \textcircled{1}$$

이때, 점 $(0, 0)$ 에서의 접선의 방정식은

$$y = f'(0)(x-0) + 0$$

$$y = f'(0)x \quad \dots \textcircled{2}$$

또, 곡선 $y = xf(x)$ 위에 점 $(1, 2)$ 가 있으므로

$$1 \times f(1) = 2$$

$$f(1) = 2 \quad \dots \textcircled{3}$$

$y = xf(x)$ 에서
 $y' = f(x) + xf'(x)$ 이므로
 (1, 2)에서의 접선의 방정식은
 $y = \{f(1) + f'(1)\}(x - 1) + 2$
 $= \{f'(1) + 2\}(x - 1) + 2$
 $= \{f'(1) + 2\}x - f'(1) \quad \dots \textcircled{②}$
 이때, $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$ 라 하면
 ㉠에서
 $d = 0$
 이때, $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx$ 이므로
 ㉡에서
 $a + b + c = 2 \quad \dots \textcircled{③}$
 ㉠과 ㉡에서
 두 접선이 일치해야 하므로
 $f'(0) = f'(1) + 2, f'(1) = 0$
 따라서 $f'(0) = 2, f'(1) = 0$
 이때, $f'(x) = 3ax^2 + 2bx + c$ 이므로
 $f'(0) = 2$ 에서
 $c = 2$
 이때, $f'(x) = 3ax^2 + 2bx + 2$ 이므로
 $f'(1) = 0$ 에서
 $3a + 2b + 2 = 0$
 ㉠에서 $c = 2$ 를 대입하면
 $a + b = 0$ 이므로
 $b = -a$ 를 위 식에 대입하여 a, b 를 구하
 면 $a = -2, b = 2$ 이므로
 $f(x) = -2x^3 + 2x^2 + 2x,$
 $f'(x) = -6x^2 + 4x + 2$
 따라서
 $f'(2) = -14$

정답 ⑤

11. 출제의도 : 삼각함수의 그래프의 성
 질을 이용하여 조건을 만족하는 삼각형
 의 넓이를 구할 수 있는가?

정답풀이 :
 $\frac{\pi}{a} = a^\circ$ 이므로
 함수 $f(x)$ 의 주기는 a 이다.
 직선 AB는 원점을 지나고 기울기가 $\sqrt{3}$
 인 직선이므로
 양수 t 에 대하여
 $B(t, \sqrt{3}t)$ 로 놓으면
 $A(-t, -\sqrt{3}t)$ 이고,
 $\overline{AB} = 4t$ 이다.
 이때, 함수 $f(x)$ 의 주기가 a 이므로
 $\overline{AC} = 4t = a^\circ$ 이고,
 $C(-t + a, -\sqrt{3}t), \text{ 즉 } C(3t, -\sqrt{3}t)$ 이다.
 점 C가 곡선 $y = \tan \frac{\pi x}{a} = \tan \frac{\pi x}{4t}$ 위의
 점이므로
 $-\sqrt{3}t = \tan \frac{\pi \times 3t}{4t}$
 $-\sqrt{3}t = \tan \frac{3\pi}{4}$ 에서
 $t = \frac{1}{\sqrt{3}}$
 따라서 삼각형 ABC의 넓이는
 $\frac{\sqrt{3}}{4} \times (4t)^2 = \frac{\sqrt{3}}{4} \times \left(\frac{4}{\sqrt{3}}\right)^2$
 $= \frac{4}{\sqrt{3}}$
 $= \frac{4\sqrt{3}}{3}$

정답 ③

12. 출제의도 : 함수의 연속의 성질을
 이용하여 함수를 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$$\{f(x)\}^3 - \{f(x)\}^2 - x^2 f(x) + x^2 = 0 \text{에서}$$

$$\{f(x)-1\}\{f(x)+x\}\{f(x)-x\}=0$$

이므로

$$f(x)=1 \text{ 또는 } f(x)=-x \text{ 또는 } f(x)=x$$

이때, $f(0)=1$ 또는 $f(0)=0$ 이다.

(i) $f(0)=1$ 일 때,

함수 $f(x)$ 가 실수 전체의 집합에서 연속

이고, 최댓값이 1이므로

$$f(x)=1$$

이다. 이때, 함수 $f(x)$ 의 최솟값이 0이

아니므로 주어진 조건을 만족시키지 못 한다.

(ii) $f(0)=0$ 일 때,

함수 $f(x)$ 가 실수 전체의 집합에서 연속

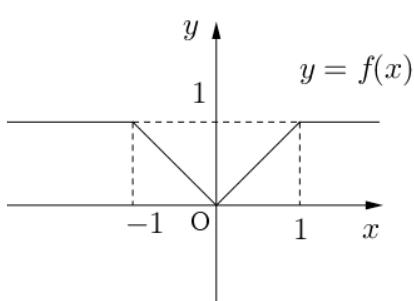
이고, 최댓값이 1이므로

$$f(x)=\begin{cases} |x| & (|x| \leq 1) \\ 1 & (|x|>1) \end{cases}$$

이다.

(i), (ii)에서

$$f(x)=\begin{cases} |x| & (|x| \leq 1) \\ 1 & (|x|>1) \end{cases}$$



따라서

$$f\left(-\frac{4}{3}\right)=1, \quad f(0)=0, \quad f\left(\frac{1}{2}\right)=\frac{1}{2}$$

이므로

$$f\left(-\frac{4}{3}\right)+f(0)+f\left(\frac{1}{2}\right)=1+0+\frac{1}{2}=\frac{3}{2}$$

정답 ③

13. 출제의도 : 로그의 정의와 성질을 활용하여 식의 값을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

두 점 $(a, \log_2 a)$, $(b, \log_2 b)$ 를 지나는 직선의 방정식은

$$y = \frac{\log_2 b - \log_2 a}{b-a}(x-a) + \log_2 a$$

그러므로 이 직선의 y 절편은

$$-\frac{a(\log_2 b - \log_2 a)}{b-a} + \log_2 a \quad \dots \quad \textcircled{D}$$

두 점 $(a, \log_4 a)$, $(b, \log_4 b)$ 를 지나는 직선의 방정식은

$$y = \frac{\log_4 b - \log_4 a}{b-a}(x-a) + \log_4 a$$

그러므로 이 직선의 y 절편은

$$-\frac{a(\log_4 b - \log_4 a)}{b-a} + \log_4 a$$

$$=-\frac{1}{2} \times \frac{a(\log_2 b - \log_2 a)}{b-a} + \frac{1}{2} \log_2 a$$

$\dots \textcircled{L}$

⑦과 ⑤이 같으므로

$$-\frac{a(\log_2 b - \log_2 a)}{b-a} + \log_2 a$$

$$=-\frac{1}{2} \times \frac{a(\log_2 b - \log_2 a)}{b-a} + \frac{1}{2} \log_2 a$$

이 식을 정리하면

$$\frac{1}{2} \times \log_2 a = \frac{1}{2} \times \frac{a(\log_2 b - \log_2 a)}{b-a}$$

$$\log_2 a = \frac{a(\log_2 b - \log_2 a)}{b-a}$$

$$(b-a)\log_2 a = a\log_2 \frac{b}{a}$$

$$\log_2 a^{b-a} = \log_2 \left(\frac{b}{a}\right)^a$$

$$a^{b-a} = \frac{b^a}{a^a}$$

$$a^b = b^a \quad \dots \quad \textcircled{D}$$

한편, $f(x) = a^{bx} + b^{ax}$ 이고

$$f(1) = 40 \Rightarrow$$

$$a^b + b^a = 40$$

Ⓐ을 대입하면

$$a^b + a^b = 40$$

$$a^b = 20$$

따라서 $b^a = 20$ 이므로

$$\begin{aligned} f(2) &= a^{2b} + b^{2a} \\ &= (a^b)^2 + (b^a)^2 \\ &= 20^2 + 20^2 \\ &= 800 \end{aligned}$$

정답 ②

14. 출제의도 : 수직선 위를 움직이는 점의 운동에 대하여 주어진 명제의 참, 거짓을 판별할 수 있는가?

정답풀이 :

$$x(0) = 0, x(1) = 0$$
이므로

점 P의 위치는 $t=0$ 일 때 수직선의 원점이고, $t=1$ 일 때도 수직선의 원점이다.

$$\text{또, } \int_0^1 |v(t)| dt = 2$$
이므로

점 P가 $t=0$ 에서 $t=1$ 까지 움직인 거리가 2이다.

ㄱ. 점 P의 $t=0$ 에서 $t=1$ 까지 위치의 변화량이 0이므로

$$\int_0^1 v(t) dt = 0 \quad (\text{참})$$

$$\text{ㄴ. } |x(t_1)| > 1$$
이면

점 P와 원점 사이의 거리가 1보다 큰 시각 t_1 이 존재하므로

점 P가 $t=0$ 에서 $t=1$ 까지

움직인 거리가 2 보다 크다. (거짓)

ㄷ. $0 \leq t \leq 1$ 인 모든 시각 t에서

점 P와 원점 사이의 거리가 1 보다 작고, 점 P가 $t=0$ 에서 $t=1$

까지 움직인 거리가 2이므로

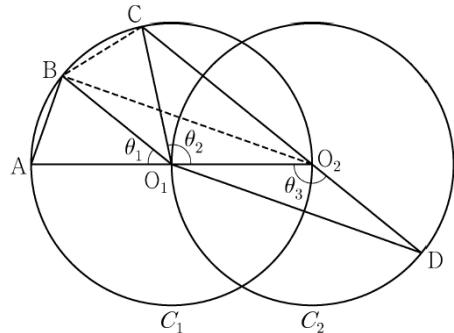
점 P는 $0 < t < 1$ 에서 적어도 한 번 원점을 지나간다. (참)

이상에서 옳은 것은 ㄱ, ㄷ이다.

정답 ③

15. 출제의도 : 코사인법칙을 이용하여 선분의 길이의 비를 구할 수 있는가?

정답풀이 :



$$\angle CO_1O_2 + \angle O_1O_2D = \pi$$
이므로

$$\theta_3 = \frac{\pi}{2} + \frac{\theta_2}{2}$$
이고

$$\theta_3 = \theta_1 + \theta_2$$
에서 $2\theta_1 + \theta_2 = \pi$ 이므로

$$\angle CO_1B = \theta_1$$
이다.

$$\text{이때, } \angle O_2O_1B = \theta_1 + \theta_2 = \theta_3$$
이므로

삼각형 O_1O_2B 와 삼각형 O_2O_1D 는 합동이다.

$\overline{AB} = k$ 라 할 때,

$$\overline{BO_2} = \overline{O_1D} = 2\sqrt{2}k$$
이므로

$$\overline{AO_2} = \sqrt{k^2 + (2\sqrt{2}k)^2} = \boxed{3k}$$
이고,

$$\angle BO_2A = \frac{\theta_1}{2}$$
이므로

$$\cos \frac{\theta_1}{2} = \frac{2\sqrt{2}k}{3k} = \boxed{\frac{2\sqrt{2}}{3}}$$
이다.

삼각형 O_2BC 에서

$$\overline{BC} = k, \quad \overline{BO_2} = 2\sqrt{2}k, \quad \angle CO_2B = \frac{\theta_1}{2} \text{이므로}$$

삼각형 BO_2C 에서

$$\overline{O_2C} = x (0 < x < 3k) \text{라 하면}$$

코사인법칙에 의하여

$$k^2 = x^2 + (2\sqrt{2}k)^2 - 2 \times x \times 2\sqrt{2}k \times \cos \frac{\theta_1}{2}$$

$$k^2 = x^2 + (2\sqrt{2}k)^2 - 2 \times x \times 2\sqrt{2}k \times \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$$3x^2 - 16kx + 21k^2 = 0$$

$$(3x - 7k)(x - 3k) = 0$$

$0 < x < 3k$ 이므로

$$x = \frac{7}{3}k$$

$$\text{즉, } \overline{O_2C} = \boxed{\frac{7}{3}k} \text{ 이다.}$$

$$\overline{CD} = \overline{O_2D} + \overline{O_2C} = \overline{O_1O_2} + \overline{O_2C} \text{이므로}$$

$$\overline{AB} : \overline{CD} = k : \left(\boxed{\frac{3k}{2}} + \boxed{\frac{7}{3}k} \right) \text{이다.}$$

이상에서

$$f(k) = 3k, \quad g(k) = \frac{7}{3}k, \quad p = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

이므로

$$\begin{aligned} f(p) \times g(p) \\ = \left(3 \times \frac{2\sqrt{2}}{3} \right) \times \left(\frac{7}{3} \times \frac{2\sqrt{2}}{3} \right) \\ = \frac{56}{9} \end{aligned}$$

정답 ②

16. 출제의도 : 로그의 성질을 이용하여 식의 값을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$$\log_2 120 - \frac{1}{\log_{15} 2}$$

$$= \log_2 120 - \log_2 15$$

$$= \log_2 \frac{120}{15}$$

$$= \log_2 8$$

$$= \log_2 2^3$$

$$= 3$$

정답 3

17. 출제의도 : 도함수가 주어진 함수의 함숫값을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$$f(x) = \int f'(x) dx$$

$$= \int (3x^2 + 2x) dx$$

$$= x^3 + x^2 + C \text{ (단, } C \text{는 적분상수)}$$

$$\text{이때, } f(0) = 2 \text{이므로 } C = 2$$

따라서

$$f(x) = x^3 + x^2 + 2 \text{이므로}$$

$$f(1) = 1 + 1 + 2 = 4$$

정답 4

18. 출제의도 : 합의 기호 \sum 의 성질을 이용하여 수열의 항의 값을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$$\sum_{k=1}^{10} a_k - \sum_{k=1}^7 \frac{a_k}{2} = 56 \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

$$\sum_{k=1}^{10} 2a_k - \sum_{k=1}^8 a_k = 100 \text{에서}$$

$$\sum_{k=1}^{10} a_k - \sum_{k=1}^8 \frac{a_k}{2} = 50 \quad \dots \dots \textcircled{2}$$

$\textcircled{1} - \textcircled{2}$ 을 하면

$$\frac{a_8}{2} = 6$$

따라서 $a_8 = 12$

정답 12

19. 출제의도 : 미분을 이용하여 함수의 그래프의 개형을 알 수 있는가?

정답풀이 :

$$f(x) = x^3 + ax^2 - (a^2 - 8a)x + 3 \text{에서}$$

$$f'(x) = 3x^2 + 2ax - (a^2 - 8a)$$

이때, 함수 $f(x)$ 가 실수 전체의 집합에서 증가하려면

$$f'(x) \geq 0$$

이때, 이차방정식 $f'(x) = 0$ 의 판별식을 D 라 하면 $D/4 \leq 0$ 이어야 하므로

$$D/4 = a^2 - 3(-a^2 + 8a)$$

$$= 4a^2 - 24a$$

$$= 4a(a-6) \leq 0$$

그러므로

$$0 \leq a \leq 6$$

따라서, a 의 최댓값은 6이다.

정답 6

20. 출제의도 : 조건을 만족시키는 함수 $f(x)$ 에 대하여 정적분의 값을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$$f(x+1) - xf(x) = ax + b \text{에}$$

$x = 0$ 을 대입하면

$$f(1) = b$$

닫힌구간 $[0, 1]$ 에서 $f(x) = x$ 이므로

$$b = 1$$

또, $f(x+1) - xf(x) = ax + 1$ 이므로

$0 \leq x \leq 1$ 에서

$$f(x+1) = xf(x) + ax + 1$$

$$= x^2 + ax + 1$$

$x+1 = t$ 로 치환하면

$$f(t) = (t-1)^2 + a(t-1) + 1$$

$$= t^2 + (a-2)t + 2 - a \quad \dots \quad \textcircled{7}$$

$$f'(t) = 2t + (a-2) \text{이고},$$

닫힌구간 $[0, 1]$ 에서 $f(x) = x$ 이고, 함수 $f(x)$ 가 실수 전체의 집합에서 미분가능한 함수이므로 $f'(1) = 1$ 이므로

$$a = 1$$

따라서 \textcircled{7}에서 $1 \leq x \leq 2$ 일 때

$$f(x) = x^2 - x + 1 \text{이다.}$$

$$\int_1^2 f(x) dx = \int_1^2 (x^2 - x + 1) dx$$

$$= \left[\frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{2}x^2 + x \right]_1$$

$$= \frac{8}{3} - \frac{5}{6} = \frac{11}{6}$$

$$\text{즉, } 60 \times \int_1^2 f(x) dx = 60 \times \frac{11}{6}$$

$$= 110$$

정답 110

21. 출제의도 : 등비수열의 합을 이용하여 수열의 합을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

조건 (가), (나)에서

수열 $\{|a_n|\}$ 은 첫째항이 2, 공비가 2인 등비수열이므로

$$|a_n| = 2^n$$

한편,

$$\sum_{k=1}^9 |a_k| = \sum_{k=1}^9 2^k = \frac{2(2^9 - 1)}{2-1} = 2^{10} - 2,$$

$$|a_{10}| = 2^{10}$$

조건 (다)에서

$$\sum_{k=1}^{10} a_k = -14$$

를 만족하기 위해서는

$$a_1 = -2, a_2 = -4$$

$$\sum_{k=3}^9 a_k = \sum_{k=3}^9 2^k = \frac{2^3(2^7-1)}{2-1} = 2^{10} - 8,$$

$$a_{10} = -1024$$

이어야 한다.

따라서

$$\begin{aligned} a_1 + a_3 + a_5 + a_7 + a_9 \\ = (-2) + 2^3 + 2^5 + 2^7 + 2^9 \\ = 678 \end{aligned}$$

정답 678

22. 출제의도 :

함수의 극한을 이용하여 도함수 $f'(x)$ 의 특징을 찾아 조건을 만족시키는 함수 $f(x)$ 를 구할 수 있는가?

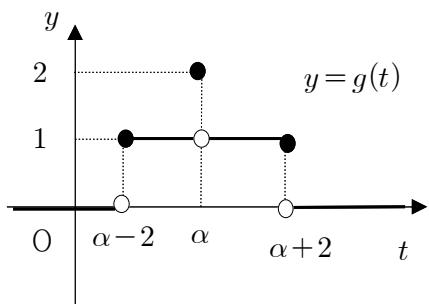
정답풀이 :

이차방정식 $f'(x) = 0$ 이 실근을 갖지 않거나 중근을 갖는 경우에는 조건(나)에서 함수 $g(t)$ 가 함숫값 1과 2를 모두 갖는다는 조건에 모순이다.

그러므로 이차방정식 $f'(x) = 0$ 은 서로 다른 두 실근 $\alpha, \beta (\alpha < \beta)$ 를 갖는다.

(i) $\beta = \alpha + 2$ 일 때,

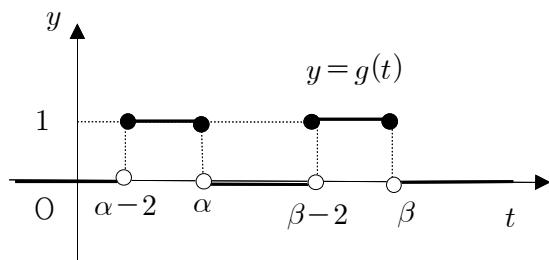
함수 $y = g(t)$ 의 그래프는 다음과 같다.



이는 조건 (가)를 만족한다.

(ii) $\beta > \alpha + 2$ 일 때,

함수 $y = g(t)$ 의 그래프는 다음과 같다.

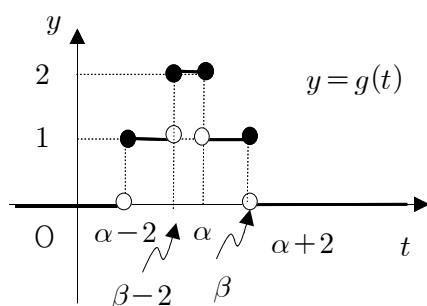


이는 조건 (나)에서

$g(t)$ 가 함숫값 2를 갖는 것에 모순이다.

(iii) $\beta < \alpha + 2$ 일 때,

함수 $y = g(t)$ 의 그래프는 다음과 같다.



이때, $\beta - 2 \leq a \leq \alpha$ 인 a 에 대하여 조건 (가)를 만족시키지 못한다.

따라서 위에서 조건을 만족시키는 것은 (i)의 경우이다.

한편, 함수 $f(x)$ 의 최고차항의 계수가

$\frac{1}{2}$ 이므로 함수 $f'(x)$ 의 최고차항의 계수

는 $\frac{3}{2}$ 이다.

그러므로

$$\begin{aligned} f'(x) &= \frac{3}{2}(x-\alpha)\{x-(\alpha+2)\} \\ &= \frac{3}{2}\{x^2 - (2\alpha+2)x + \alpha^2 + 2\alpha\} \end{aligned}$$

로 놓을 수 있다.

이때,

$$f(x) = \frac{1}{2}x^3 - \frac{3}{2}(\alpha+1)x^2 + \frac{3}{2}(\alpha^2 + 2\alpha)x + C$$

(단, C 는 적분상수) ⑦

한편, 조건 (나)에서

$$g(f(1)) = g(f(4)) = 2$$

이고 $g(t)$ 의 함숫값이 2인 t 의 값의
개수는 1이므로

$$f(1) = f(4)$$

⑦에서

$$\frac{1}{2} - \frac{3}{2}(\alpha+1) + \frac{3}{2}(\alpha^2 + 2\alpha) + C$$

$$= 32 - 24(\alpha+1) + 6(\alpha^2 + 2\alpha) + C$$

따라서

$$\frac{1}{2} - \frac{3}{2}(\alpha+1) + \frac{3}{2}(\alpha^2 + 2\alpha)$$

$$= 32 - 24(\alpha+1) + 6(\alpha^2 + 2\alpha)$$

양변에 2를 곱하면

$$1 - 3(\alpha+1) + 3(\alpha^2 + 2\alpha)$$

$$= 64 - 48(\alpha+1) + 12(\alpha^2 + 2\alpha)$$

이 식을 정리하면

$$3\alpha^2 + 3\alpha - 2 = 12\alpha^2 - 24\alpha + 16$$

$$9\alpha^2 - 27\alpha + 18 = 0$$

$$\alpha^2 - 3\alpha + 2 = 0$$

$$(\alpha-1)(\alpha-2) = 0$$

$\alpha = 1$ 또는 $\alpha = 2$

((i)-①) $\alpha = 1$ 일 때,

$$f(x) = \frac{1}{2}x^3 - 3x^2 + \frac{9}{2}x + C$$

이때, $f(1) = \alpha$ 에서

$f(1) = 1$ 이어야 하므로

$$\frac{1}{2} - 3 + \frac{9}{2} + C = 1$$

$$2 + C = 1$$

$$C = -1$$

이때, $f(0) = -1$ 이므로

$$g(f(0)) = g(-1) = 1$$

그러므로 조건을 만족시킨다.

((i)-②) $\alpha = 2$ 일 때,

$$f(x) = \frac{1}{2}x^3 - \frac{9}{2}x^2 + 12x + C$$

이때, $f(1) = \alpha$ 에서

$f(1) = 2$ 이어야 하므로

$$\frac{1}{2} - \frac{9}{2} + 12 + C = 2$$

$$8 + C = 2$$

$$C = -6$$

이때, $f(0) = -6$ 이므로

$$g(f(0)) = g(-6) = 0$$

그러므로 조건을 만족시키지 못한다.

따라서, ((i)-①)에서

$$f(x) = \frac{1}{2}x^3 - 3x^2 + \frac{9}{2}x - 1$$

이므로

$$f(5) = \frac{1}{2} \times 5^3 - 3 \times 25 + \frac{9}{2} \times 5 - 1$$

$$= \frac{125}{2} - 75 + \frac{45}{2} - 1$$

$$= 9$$

정답 9

[선택: 확률과 통계]

23. ④ 24. ④ 25. ① 26. ③ 27. ②
28. ① 29. 31 30. 191

23. 출제의도 : 이항정리를 이용하여 전개식의 항의 계수를 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$(x+2)^7$ 의 전개식의 일반항은

$${}_7C_r x^{7-r} \times 2^r \quad (\text{단, } r=0,1,2,\dots,7)$$

이므로

x^5 의 계수는 $r=2$ 일 때

$${}_7C_2 \times 2^2 = \frac{7 \times 6}{2 \times 1} \times 4 = 84$$

정답 ④

24. 출제의도 : 이항분포를 따르는 확률변수의 분산을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$$V(X) = n \times \frac{1}{3} \times \frac{2}{3} = \frac{2}{9}n$$

이므로

$$V(2X) = 4V(X)$$

$$= 4 \times \frac{2}{9}n$$

$$= \frac{8}{9}n = 40$$

따라서, $n = 45$

정답 ④

25. 출제의도 : 조건을 만족시키는 순서쌍의 개수를 구할 수 있는가?

정답풀이 :

조건 (나)에서

$$a^2 - b^2 = -5 \text{ 또는 } a^2 - b^2 = 5$$

즉,

$$(b-a)(b+a) = 5 \text{ 또는 } (a-b)(a+b) = 5$$

이고 a, b 는 자연수이므로

$$b-a = 1, \quad b+a = 5$$

또는

$$a-b = 1, \quad a+b = 5$$

따라서, $a=2, b=3$ 또는 $a=3, b=2$ 이다.

또한, 조건 (가)에서

$$a+b+c+d+e = 12$$

이므로 $c+d+e = 7$ 이고 c, d, e 는 자연수

이므로

$$c=c'+1, \quad d=d'+1, \quad e=e'+1$$

(c', d', e') 은 음이 아닌 정수)

로 놓으면

$$(c'+1)+(d'+1)+(e'+1) = 7$$

$$c'+d'+e' = 4$$

이를 만족시키는 모든 순서쌍 (c', d', e') 의 개수는

$${}^3H_4 = {}_{3+4-1}C_4$$

$$= {}_6C_4$$

$$= {}_6C_2$$

$$= \frac{6 \times 5}{2 \times 1} = 15$$

따라서, 구하는 모든 순서쌍 (a, b, c, d, e) 의 개수는

$$2 \times 15 = 30$$

정답 ①

26. 출제의도 : 여사건의 확률을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

카드에 적혀 있는 세 자연수 중에서 가장 작은 수가 4이하이거나 7이상인 사건을 A 라 하면 사건 A^C 은 카드에 적혀 있는 세 자연수 중에서 가장 작은 수가 4보다 크고 7보다 작은 경우이다. 즉, 카드에 적혀 있는 세 자연수 중에서 가장 작은 수가 5 또는 6이므로

$$\begin{aligned} P(A) &= 1 - P(A^C) \\ &= 1 - \frac{^5C_2 + ^4C_2}{^{10}C_3} \\ &= 1 - \frac{\frac{5 \times 4}{2 \times 1} + \frac{4 \times 3}{2 \times 1}}{\frac{10 \times 9 \times 8}{3 \times 2 \times 1}} \\ &= 1 - \frac{16}{120} \\ &= \frac{13}{15} \end{aligned}$$

정답 ③

27. 출제의도 : 모평균을 추정하여 신뢰구간을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

전기 자동차 100대를 임의추출하여 얻은 1회 충전 주행 거리의 표본평균이 \bar{x}_1 일 때, 모평균 m 에 대한 신뢰도 95%의 신뢰구간은

$$\begin{aligned} \bar{x}_1 - 1.96 \times \frac{\sigma}{\sqrt{100}} &\leq m \leq \bar{x}_1 + 1.96 \times \frac{\sigma}{\sqrt{100}} \\ \bar{x}_1 - 1.96 \times \frac{\sigma}{10} &\leq m \leq \bar{x}_1 + 1.96 \times \frac{\sigma}{10} \end{aligned}$$

전기 자동차 400대를 임의추출하여 얻은 1회 충전 주행 거리의 표본평균이 \bar{x}_2 일

때, 모평균 m 에 대한 신뢰도 99%의 신뢰구간은

$$\bar{x}_2 - 2.58 \times \frac{\sigma}{\sqrt{400}} \leq m \leq \bar{x}_2 + 2.58 \times \frac{\sigma}{\sqrt{400}}$$

$$\bar{x}_2 - 2.58 \times \frac{\sigma}{20} \leq m \leq \bar{x}_2 + 2.58 \times \frac{\sigma}{20}$$

이때, $a = c$ 에서

$$\bar{x}_1 - 1.96 \times \frac{\sigma}{10} = \bar{x}_2 - 2.58 \times \frac{\sigma}{20}$$

이고 $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 1.34$ 이므로

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 1.96 \times \frac{\sigma}{10} - 2.58 \times \frac{\sigma}{20}$$

$$= 0.67 \times \frac{\sigma}{10} = 1.34$$

$$\sigma = \frac{1.34 \times 10}{0.67} = 20$$

따라서,

$$b - a = 2 \times 1.96 \times \frac{\sigma}{10}$$

$$= 2 \times 1.96 \times 2$$

$$= 7.84$$

정답 ②

28. 출제의도 : 조건을 만족시키는 함수 f 의 개수를 구할 수 있는가?

정답풀이 :

조건 (가)에 의하여

$$f(1) \geq 1$$

$$f(2) \geq \sqrt{2} > 1$$

$$f(3) \geq \sqrt{3} > 1$$

$$f(4) \geq \sqrt{4} = 2$$

$$f(5) \geq \sqrt{5} > 2$$

이고 조건 (나)에 의하여 치역으로 가능한 경우는

$\{1,2,3\}$, $\{1,2,4\}$, $\{1,3,4\}$, $\{2,3,4\}$ 이다.

(i) 치역이 $\{1,2,3\}$ 인 경우

$f(1)=1$, $f(5)=3$ 이므로 $\{2,3,4\}$ 에서 $\{2,3\}$ 으로의 함수 중에서 치역이 $\{3\}$ 인 함수를 제외하면 되므로 조건을 만족시키는 함수의 개수는

$${}_2\Pi_3 - 1 = 2^3 - 1 = 7$$

(ii) 치역이 $\{1,2,4\}$ 인 경우

(i)의 경우와 마찬가지로 조건을 만족시키는 함수의 개수는 7이다.

(iii) 치역이 $\{1,3,4\}$ 인 경우

$f(1)=1$ 이므로 $\{2,3,4,5\}$ 에서 $\{3,4\}$ 로의 함수 중에서 치역이 $\{3\}$, $\{4\}$ 인 함수를 제외하면 되므로 조건을 만족시키는 함수의 개수는

$${}_2\Pi_4 - 2 = 2^4 - 2 = 14$$

(iv) 치역이 $\{2,3,4\}$ 인 경우

((iv)-①) $f(5)=3$ 인 경우

$\{1,2,3,4\}$ 에서 $\{2,3,4\}$ 로의 함수 중에서 치역이 $\{2\}$, $\{3\}$, $\{4\}$, $\{2,3\}$, $\{3,4\}$ 인 함수를 제외하면 되므로 조건을 만족시키는 함수의 개수는

$${}_3\Pi_4 - \{3 + ({}_2\Pi_4 - 2) \times 2\}$$

$$= 3^4 - \{3 + (2^4 - 2) \times 2\}$$

$$= 81 - 31$$

$$= 50$$

((iv)-②) $f(5)=4$ 인 경우

((iv)-①)의 경우와 마찬가지로 조건을 만족시키는 함수의 개수는 50이다.

(i), (ii), (iii), (iv)에 의하여 구하는 함수 f 의 개수는

$$7 + 7 + 14 + 50 \times 2 = 128$$

정답 ①

29. 출제의도 : 확률밀도함수의 그래프를 이용하여 연속확률변수의 확률을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

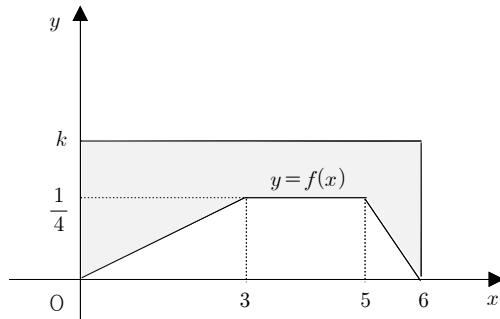
$0 \leq x \leq 6$ 인 모든 실수 x 에 대하여

$$f(x) + g(x) = k \quad (k \text{는 상수})$$

이므로

$$g(x) = k - f(x)$$

이때, $0 \leq Y \leq 6$ 이고 확률밀도함수의 정의에 의하여 $g(x) = k - f(x) \geq 0$ 즉, $k \geq f(x)$ 이므로 그림과 같이 세 직선 $x=0$, $x=6$, $y=k$ 및 함수 $y=f(x)$ 의 그래프로 둘러싸인 색칠된 부분의 넓이는 1이다.



또한, $0 \leq x \leq 6$ 에서 함수 $y=f(x)$ 의 그래프와 x 축으로 둘러싸인 부분의 넓이도 1이므로

$$k \times 6 = 2$$

$$\text{따라서, } k = \frac{1}{3}$$

이때,

$$P(6k \leq Y \leq 15k) = P(2 \leq Y \leq 5)$$

이고 이 값은 세 직선 $x=2$, $x=5$,

$y=\frac{1}{3}$ 및 함수 $y=f(x)$ 의 그래프로 둘러싸인 부분의 넓이와 같고, $0 \leq x \leq 3$

에서 $f(x) = \frac{1}{12}x$ 이므로

$$P(6k \leq Y \leq 15k)$$

$$= P(2 \leq Y \leq 5)$$

$$= \left[\frac{1}{3} - \frac{1}{2} \times \{f(2) + f(3)\} \times 1 \right]$$

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

$$= \left\{ \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{4} \right) \right\} + \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2} \right)$$

$$= \frac{3}{24} + \frac{1}{6}$$

$$= \frac{7}{24}$$

따라서, $p = 24$, $q = 7$ 이므로

$$p+q = 31$$

정답 31

30. 출제의도 : 조건부확률을 구할 수 있는가?

정답풀이 :

$a_5 + b_5 \geq 7$ 인 사건을 A , $a_k = b_k$ 인 자연수 $k (1 \leq k \leq 5)$ 가 존재하는 사건을 B 라 하자.

사건 A 가 일어나는 경우는

$$a_5 + b_5 = 7 = 2+2+1+1+1$$

$$a_5 + b_5 = 8 = 2+2+2+1+1$$

$$a_5 + b_5 = 9 = 2+2+2+2+1$$

$$a_5 + b_5 = 10 = 2+2+2+2+2$$

이고 주사위의 눈의 수가 5이상일 확률

은 $\frac{1}{3}$, 4이하일 확률은 $\frac{2}{3}$ 이므로

(i) $a_5 + b_5 = 7$ 일 확률은

$${}_5C_2 \left(\frac{1}{3} \right)^2 \left(\frac{2}{3} \right)^3 = 10 \times \frac{8}{3^5}$$

(ii) $a_5 + b_5 = 8$ 일 확률은

$${}_5C_3 \left(\frac{1}{3} \right)^3 \left(\frac{2}{3} \right)^2 = 10 \times \frac{4}{3^5}$$

(iii) $a_5 + b_5 = 9$ 일 확률은

$${}_5C_4 \left(\frac{1}{3} \right)^4 \left(\frac{2}{3} \right)^1 = 5 \times \frac{2}{3^5}$$

(iv) $a_5 + b_5 = 10$ 일 확률은

$${}_5C_5 \left(\frac{1}{3} \right)^5 = \frac{1}{3^5}$$

(i), (ii), (iii), (iv)에 의하여

$$P(A) = 10 \times \frac{8}{3^5} + 10 \times \frac{4}{3^5} + 5 \times \frac{2}{3^5} + \frac{1}{3^5}$$

또한, 사건 $A \cap B$ 인 경우는 (i), (ii)의 경우 3번째 시행까지 5이상의 눈의 수가 1번, 4이하의 눈의 수가 2번 일어나야 하고 (iii), (iv)인 경우는 사건 $A \cap B$ 은 일어나지 않는다.

$$P(A \cap B)$$

$$= {}_3C_1 \left(\frac{1}{3} \right)^1 \left(\frac{2}{3} \right)^2 \times {}_2C_1 \left(\frac{1}{3} \right) \left(\frac{2}{3} \right)$$

$$+ {}_3C_1 \left(\frac{1}{3} \right) \left(\frac{2}{3} \right)^2 \times \left(\frac{1}{3} \right)^2$$

$$= 3 \times \frac{16}{3^5} + 3 \times \frac{4}{3^5}$$

그러므로, 구하는 확률은

$$P(B|A)$$

$$= \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$$

$$= \frac{3 \times \frac{16}{3^5} + 3 \times \frac{4}{3^5}}{10 \times \frac{8}{3^5} + 10 \times \frac{4}{3^5} + 5 \times \frac{2}{3^5} + \frac{1}{3^5}}$$

$$= \frac{48+12}{80+40+10+1}$$

$$= \frac{60}{131}$$

이므로

$$p = 131, q = 60$$

$$\text{따라서, } p+q = 131+60 = 191$$

정답 191