

2010학년도 수시 1차 논술고사

자연계열 논술문제

지원학과 :	수험번호 :	성명 :
--------	--------	------

[제시문 1]은 <문제 1>, <문제 2>에 해당하며, [제시문 2]는 <문제 3>, <문제 4>, <문제 5>에 해당합니다. 각 제시문은 일반적인 과학, 수학적 원리를 담고 있습니다. 제시문을 잘 읽고 그 내용에 근거하여 수식과 논리를 명확히 전개하여 답하십시오.

[제시문 1]

(가) 서울시는 2009년 7~8월 지하철역 주변에서 판매되는 직장인 아침대용식을 수거해 식품안전성 검사를 한 결과, 김밥 88건 중 36건(40.9%)과 샌드위치 20건 중 5건(25%), 토스트 80건 중 9건(11.3%), 떡 20건 중 1건(5%), 햄버거 6건 중 2건(33.3%) 등이 부적합 판정을 받았다고 밝혔다.

부적합 판정 사유별로 보면 바실러스세레우스균 기준 초과(18건), 대장균 양성(14건) 등이다. 구토·설사를 일으키는 호기성 세균인 바실러스세레우스균의 경우 1g 당 1천 개 이하이어야 정상이지만 이들 부적합 식품들은 최소 2천500개(2.5배)에서 최대 77만5천 개(775배)까지 검출되어 기준치를 초과한 것으로 나타났다. 바실러스세레우스균이 1g 당 100만 개를 넘으면 실제 식중독에 걸릴 수 있다고 서울시는 설명했다.

식중독에 걸리지 않기 위해서는 무엇보다 음식물 섭취와 관리에 주의를 기울여야 한다. 여름과 같은 고온다습한 상온에서는 미생물이 번식하기 가장 좋기 때문이다. 고등어와 같은 생선, 오징어나 문어, 조개, 굴과 같은 어패류는 여름에는 가능한 한 익혀서 먹어야 한다. 어패류를 통해서는 장염 비브리오균에 노출될 수 있다. 이 균은 60℃에서 5분, 55℃에서 10분 가열하면 쉽게 죽는다. 또한 유제품 관리에도 각별히 신경 써야 하는데 우유는 냉장고에서 꺼내 바로 먹는 게 좋다. 1시간 이상 상온에 방치된 우유는 미생물이 번식했다고 봐도 무방하고 이런 우유를 먹었을 경우 식중독에 걸릴 수 있다.

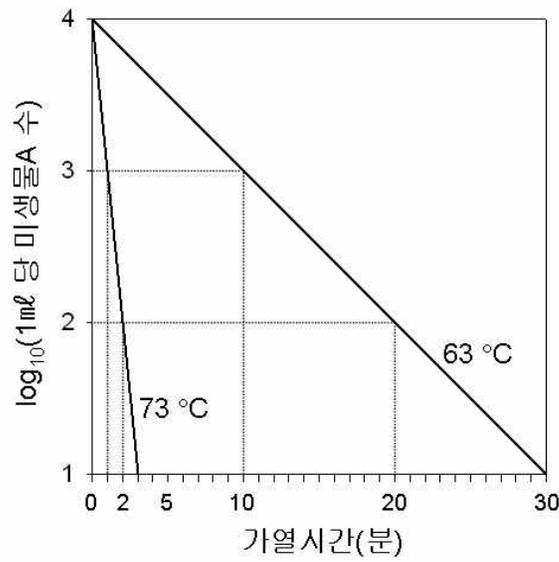
(나) 미생물은 그 개체를 육안으로 볼 수 없기 때문에 아주 작은 생물이라는 의미에서 미생물(微生物)이라고 한다. 미생물은 옛날부터 빵이나 치즈의 제조, 항생물질의 생산, 발효 등에 유용하게 이용되어 왔다. 그러나 미생물에는 유해한 면도 있어 음식물을 부패시키고, 주거, 의복, 공업제품에 이르기까지 심각한 피해를 일으킨다. 세균이나 곰팡이 등의 미생물은 그 종류가 매우 많을 뿐만 아니라 토양, 대기, 물, 해수 등 자연계에 광범위하게 분포하고 있으며 생육조건이 맞으면 언제든지 생장, 번식이 가능하다.

미생물의 놀라운 힘은 뛰어난 번식력에 있다. 미생물 가운데 잘 알려진 대장균은 불과 20분 만에 1개가 2개로 증식할 수 있다. 이러한 속도라면 10시간 이내에 무려 10억 개 이상으로 번식할 수 있다. 일반적으로 음식물이 쉽게 상하는 이유는 미생물의 이런 놀라운 번식력 때문이다. 미생물의 번식에 필요한 환경요인으로는 온도, 수분, 수소이온농도(pH), 산소, 영양원 등이 있으며 온도는 이와 같은 환경요인 중에서 중요한 인자의 하나로, 대장균의 경우 인간의 체온과 유사한 온도인 37℃에서 최상의 증식력을 보인다. 미생물을 비롯한 모든 생물의 세포는 수분을 함유하고 있어 미생물의 증식에 수분이 필요하다. 일반적으로 삼투압의 차이에 의해 세균, 효모, 곰팡이는 세포막을 통하여 수분을 흡수할 수 있다. 수소이온농도는 미생물의 증식과 생리기능에 영향을 미치는 데 일반적으로 증식에 필요한 최적의 pH는 곰팡이가 4.0~6.0이고 세균류는 6.5~7.5이다. 많은 종류의 미생물들은 양분을 분해하여 에너지를 생산하는 데 산소를 필요로 한다.

미생물은 자신이 잘 성장할 수 있는 온도 범위를 넘는 높은 온도에서는 생장이 둔해지고 사멸하게 된다. 생장이 가능한 온도 이상에서는 온도가 높아질수록 미생물은 더 빨리 사멸하게 되는데 한 온도에서 미생물의 수가 10분의 1로 줄어드는 데 필요한 시간을 D값이라고 한다. D값은 미생물의 종류와 온도에 따라 달라지는 값이다. 온도를 높이면 D값은 줄어들게 된다. D값을 10분의 1로 줄이기 위하여 높여야 할 온도 변화 값을 Z값이라고 한다. Z값은 미생물의 종류마다 정해진 상수 값이다. 예를 들어, 어떤 미생물의 살아있는 개체수가 10분의 1로 줄어드는 데 50℃에서는 100분 걸리고 55℃에서는 10분이 걸린다면 이 미생물의 Z값은 5℃가 된다. 구한 Z값을 적용하면, 이 미생물의 60℃에서의 D값은 1분이 된다는 것을 알 수 있다.

자연계열 논술문제

<문제 1> 다음의 그림은 부패를 일으키는 미생물 A를 해당 온도에서 가열 살균 했을 때 가열 시간에 따라 살아남은 미생물 수에 상용로그를 취한 값을 나타낸 것이다. 미생물 A의 D값을 63℃와 73℃에서 각각 구하고, 이를 이용하여 Z값을 구하시오. 또한 미생물 A가 밀리리터(ml) 당 4,000개가 들어 있는 우유를 83℃에서 가열 살균하여 밀리리터(ml) 당 4개 이하로 미생물 A의 수를 줄이려고 한다면, 가열해야 하는 최소시간을 구하고, 그 과정을 서술하시오.

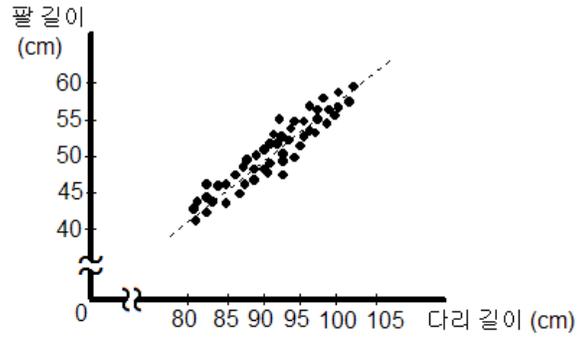


<문제 2> 식품의 부패를 막기 위한 방법들을 제시문에 근거하여 기술하고 이유를 논리적으로 설명하시오.

자연계열 논술문제

[제시문 2]

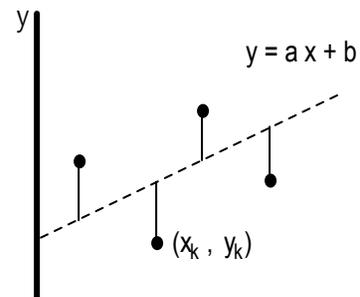
어떤 의류 회사에서 20대 여성 50명을 대상으로 다리 길이와 팔 길이를 조사하여 나타낸 그래프가 오른쪽 그림과 같았다고 하자. 이 조사의 자료들을 근사적으로 알맞게 나타내는 직선의 식을 찾는다면, 팔 길이와 다리 길이 사이의 근사적인 관계를 간단하게 표현할 수 있고, 의류 제품을 디자인하거나 생산 계획을 세울 때 이를 활용할 수 있을 것이다.



이제 주어진 점들을 근사적으로 잘 나타내는 직선으로 어떠한 것을 찾을 것인지를 다음과 같이 정하도록 하자.

좌표평면 위에 n 개의 점 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ 이 주어졌을 때, 각점에서 어떤 직선 $y = ax + b$ 까지의 y 축과 평행한 거리의 제곱의 합 $S(a, b)$ 를 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned} S(a, b) &= \sum_{k=1}^n [y_k - (ax_k + b)]^2 \\ &= \sum_{k=1}^n [a^2 x_k^2 - 2ax_k y_k + 2abx_k - 2by_k + b^2 + y_k^2] \\ &= a^2 \sum_{k=1}^n x_k^2 - 2a \sum_{k=1}^n x_k y_k + 2ab \sum_{k=1}^n x_k - 2b \sum_{k=1}^n y_k + nb^2 + \sum_{k=1}^n y_k^2 \end{aligned}$$



주어진 점의 x 좌표인 x_k 들과 y 좌표인 y_k 들로부터 위 식에 포함된 각 항의 값을 계산하면, $S(a, b)$ 는 a, b 에 관한 이차식으로 볼 수 있다. 이 함수 $S(a, b)$ 를 최소화하는 (a, b) 의 값을 찾아서 구한 직선 $y = ax + b$ 를 주어진 점들을 근사적으로 가장 잘 나타내는 직선으로 정한다.

일반적으로, a, b 에 관한 이차식 $F(a, b) = pa^2 - qa + rab - sb + tb^2 + u$ (단, $p, t > 0$)는 다음의 행렬로 주어진 식을 만족시키는 (a, b) 에서 최솟값을 가진다는 사실이 알려져 있다.

$$\begin{bmatrix} 2p & r \\ r & 2t \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q \\ s \end{bmatrix}$$

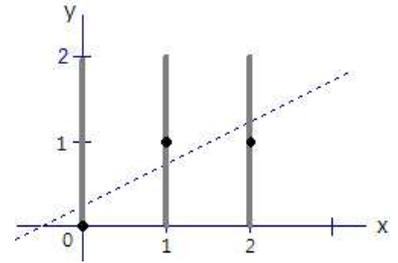
이 사실을 이용하여 주어진 점 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ 에 대하여 함수 $S(a, b)$ 를 최소화 하는 (a, b) 의 값을 구하면 다음과 같다.

$$a = \frac{E(xy) - E(x)E(y)}{E(x^2) - [E(x)]^2}, \quad b = E(y) - aE(x) \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

위 식에서 $E(x)$ 는 x 좌표 x_1, x_2, \dots, x_n 의 평균, $E(x^2)$ 는 $x_1^2, x_2^2, \dots, x_n^2$ 의 평균, $E(y)$ 는 y 좌표 y_1, y_2, \dots, y_n 의 평균, $E(xy)$ 는 x 좌표와 y 좌표의 곱 $x_1y_1, x_2y_2, \dots, x_ny_n$ 의 평균을 나타낸다. 여기에서 평균은 산술평균이다.

자연계열 논술문제

<문제 3> 어느 지역에 세 마을이 있고, 각 마을을 통과하는 도로가 하나씩 남북으로 놓여 있다. 이 세 도로와 교차하는 하나의 직선 도로를 건설하려고 한다. 각 마을에서 기존 남북 도로를 따라 새로 만드는 도로와의 교차점까지 가는 거리의 제곱의 합을 최소화 하기로 하였다. 남북 방향을 y 축으로 하고 세 마을의 위치를 좌표평면 위에 점으로 나타내면 각각 $(0,0)$, $(1,1)$, $(2,1)$ 이라고 할 때, 새로 건설할 도로를 나타내는 직선의 방정식을 구하고, 그 과정을 설명하시오.
(단, 도로의 폭은 고려하지 않는다.)



<문제 4> 주어진 점 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ 에 대하여 함수 $S(a,b)$ 를 최소화 하는 (a,b) 가 제시문의 식 ①과 같이 얻어지는 과정을 설명하시오.

<문제 5> 어떤 의류 회사에서 20대 여성 50명을 대상으로 다리 길이(x_k)와 팔 길이(y_k)를 조사하여 순서쌍으로 나타낸 자료 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_{50}, y_{50})$ 에 대하여 다음과 같은 결과를 얻었다고 한다.

$$E(x) = 94, \quad E(y) = 52, \quad \sum_{k=1}^{50} (x_k - E(x))^2 = 2300, \quad \sum_{k=1}^{50} (x_k - E(x))(y_k - E(y)) = 1840$$

이 때, 함수 $S(a,b)$ 를 최소화하는 (a,b) 를 구하여, 20대 여성의 다리 길이 x 와 팔 길이 y 사이의 근사적인 관계를 식으로 나타내고, 그 과정을 설명하시오.

그리고 이 식에서 다리 길이가 100 cm인 20대 여성의 팔 길이는 몇 cm 정도인지 말하시오.