1. 2020학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

논제 I <수학>

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가] 중심이 $\mathrm{C}(a, b)$이고 반지름의 길이가 r인 원의 방정식은

$$(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$$

[나] 함수 $y=\sqrt{x}$의 정의역을 $\{x|x \geq 0\}$, 공역을 $\{y|y \geq 0\}$이라고 하면 이 함수는 일대일 대응이므로 역함수가 존재한다. 즉 $y=\sqrt{x}$ $(x \geq 0)$에서 x를 y의 식으로 나타내면 $x=y^2$ $(y \geq 0)$이고, 이 식에서 x와 y를 서로 바꾸면 역함수

$$y=x^2 \ (x \geq 0)$$

을 얻는다.

[다] 수열 $\{a_n\}$, $\{b_n\}$이 수렴하고, $\lim_{n \to \infty} a_n=\alpha$, $\lim_{n \to \infty} b_n=\beta$일 때

(1) 모든 자연수 n에 대하여 $a_n \leq b_n$이면

$$\lim_{n \to \infty} a_n \leq \lim_{n \to \infty} b_n, \text{ 즉 } \alpha \leq \beta$$

(2) 수열 $\{c_n\}$과 모든 자연수 n에 대하여 $a_n \leq c_n \leq b_n$이고 $\alpha=\beta$이면 수열 $\{c_n\}$도 수렴하고

$$\lim_{n \to \infty} c_n=\alpha$$

[라] x의 값이 a보다 크면서 a에 한없이 가까워지는 것을 기호로 $x \to a+$와 같이 나타내고, x의 값이 a보다 작으면서 a에 한없이 가까워지는 것을 기호로 $x \to a-$와 같이 나타낸다. 일반적으로 함수 $f(x)$에서 $x \to a+$일 때 $f(x)$의 값이 일정한 값 L에 한없이 가까워지면 L을 $f(x)$의 $x=a$에서의 우극한이라고 하며, 이것을 기호로

$$\lim_{x \to a+} f(x)=L \text{ 또는 } x \to a+\text{일 때 } f(x) \to L$$

과 같이 나타낸다. 또 $x \to a-$일 때 $f(x)$의 값이 일정한 값 M에 한없이 가까워지면 M을 $f(x)$의 $x=a$에서의 좌극한이라고 하며, 이것을 기호로

$$\lim_{x \to a-} f(x)=M \text{ 또는 } x \to a-\text{일 때 } f(x) \to M$$

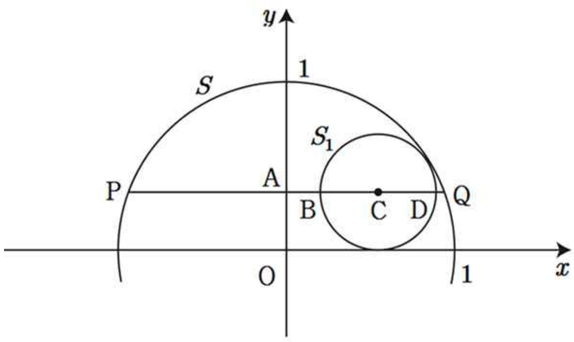
과 같이 나타낸다.

[마] 닫힌 구간 $[a, b]$의 임의의 점 x에서 x축에 수직인 평면으로 자를 때 생기는 단면의 넓이가 $S(x)$인 입체도형의 부피 V는

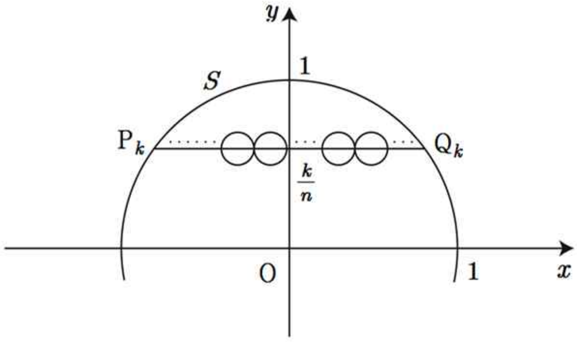
$$V=\int_a^b S(x)dx \ (\text{단, } S(x)\text{는 닫힌 구간 } [a, b]\text{에서 연속})$$

[논제 I] 제시문 [가]~[마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

중심이 원점이고 반지름의 길이가 1인 원을 S라 하고, 원 S의 내부와 경계선으로 이루어진 영역을 R이라 하자.



[그림 1]



[그림 2]

[논제 I-1] [그림 1]과 같이 $0 < t < \frac{1}{2}$일 때, 점 A의 좌표는 $(0, t)$이고, 직선 $y = t$와 원 S가 만나는 두 점을 P와 Q라 하자. (단, P의 x좌표가 Q의 x좌표보다 작다.) 반지름의 길이가 t이고 중심 C가 선분 AQ 위에 있는 원 S_1이 원 S와 접한다.

(1) 원작다.) S_1이 선분 AQ와 만나는 두 점을 B와 D라 하자. (단, B의 x좌표가 D의 x좌표보다 선분 DQ의 길이를 $f(t)$라 할 때, 극한값 $\lim_{t \to 0+} \frac{f(t)}{t^3}$를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(2) 선분 PQ 위에 중심이 있고 반지름의 길이가 t인 같은 크기의 원들을 서로 한 점에서 만나거나 만나지 않도록 영역 R에 최대한 많이 그렸을 때, 양쪽 끝에 있는 두 개의 원들이 원 S와 접하는 경우를 생각하자. 이때 작은 원들의 개수를 N(N은 2이상의 자연수)이라 할 때, t의 최댓값을 N을 이용하여 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

[논제 I-2] [그림 2]와 같이 n이 3 이상의 자연수이고, $0 \le k \le n-1$인 정수 k일 때, 직선 $y = \frac{k}{n}$가 원 S와 만나는 점을 각각 P_k와 Q_k라 하자. 선분 P_kQ_k 위에 중심이 있고 반지름의 길이가 $\frac{1}{n}$인 같은 크기의 원들을 서로 한 점에서 만나거나 만나지 않도록 영역 R에 최대한 많이 그리자. 이때, 그 원들의 개수를 a_k라 하자.

(1) $n \ge 4$일 때, $a_{n-4} = 8$이 되는 가장 큰 자연수 n을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (12점)

(2) $n = 11$이고, k는 $0 \le k \le 10$인 정수라 하자. 선분 P_kQ_k 위에 중심이 있는 원들 중, 이웃하는 원들은 한 점에서 만나고 양끝의 두 원은 S에도 접하는 k의 값을 모두 구하고, 근

거를 논술하시오. (8점)

(3) 자연수 m이 주어져 있을 때, $k=n-m$이라 하자.(단, $2 \le m < n$) 반지름의 길이가 $\frac{1}{n}$인 원 하나를 선택하여 선분 $\mathrm{P}_{n-m}\mathrm{Q}_{n-m}$과 만나는 두 점의 x좌표를 각각 p, q $(p<q)$라 하자. $p \le x \le q$인 점 $(x, 0)$에서 y축에 평행한 직선을 그렸을 때, 선택한 작은 원과 만나는 두 점 중에서 y좌표가 더 큰 점부터 x축까지의 거리를 한 변의 길이로 하는 정사각형의 넓이를 $A(x)$라 하자. 닫힌 구간 $\left[p, \frac{p+3q}{4}\right]$의 임의의 점 x에서 x축에 수직인 평면으로 자른 단면의 넓이가 $A(x)$인 입체도형의 부피를 V_n이라 할 때, V_n을 구한 후, 수열 $\left\{\sqrt{n}\, a_{n-m} V_n\right\}$의 수렴, 발산을 조사하여 수렴하면 그 극한값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (20점)

논제Ⅱ<물리>

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 물체에 작용하는 모든 힘을 합한 것을 합력 또는 알짜힘이라고 한다. 물체에 알짜힘이 작용하지 않으면 물체는 정지 상태나 일정한 속도로 움직이는 상태를 유지한다. 알짜힘이 작용하면 물체의 가속도는 알짜힘에 비례하고 물체의 질량에 반비례한다.

[나] 물체에 힘을 작용하여 물체가 힘의 방향으로 이동하였을 때 물체에 작용한 힘이 일을 하였다고 한다. 이때 힘이 한 일은 힘의 크기와 힘의 방향으로 이동한 거리의 곱이다. 물체에 일을 하면 일을 한 만큼 물체의 에너지가 증가하거나 그 에너지가 다른 형태의 에너지로 전환된다.

[다] 유체 속의 물체는 윗부분과 아랫부분의 압력 차이에 의한 부력을 받는다. 이때 부력의 크기는 유체에 잠긴 부분의 부피에 해당하는 유체의 무게와 같다. 이것을 아르키메데스 법칙이라고 한다.

[라] 용수철을 원래 길이로부터 늘이거나 줄이면 원래 길이로 돌아가려고 하는 복원력이 작용하는 데 이를 용수철의 탄성력이라 한다. 용수철에 힘이 작용하여 길이가 늘어날 때, 늘어난 길이는 용수철에 작용한 힘의 크기에 비례한다. 따라서 용수철의 늘어난 길이가 클수록 탄성력은 더 큰 복원력으로 작용한다.

[마] 물체 A가 물체 B에 힘을 가하면 B도 같은 크기이면서 방향이 반대인 힘을 A에 가하는데, 이를 작용 반작용 법칙이라 한다. 나룻배를 타고 노를 저으면, 노를 저을 때 힘을 작용하는 방향과 반대 방향으로 배가 힘을 받아 나아간다.

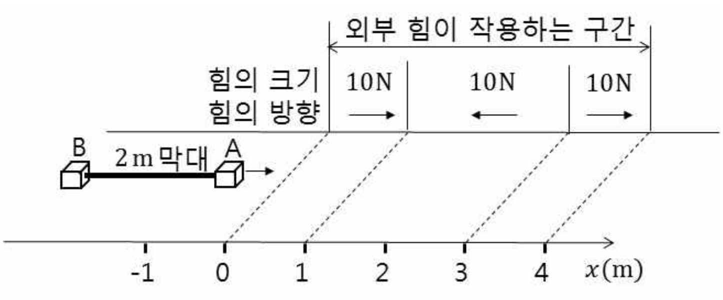
[바] 어떤 물체가 운동 상태의 변함없이 안정적으로 정지해 있는 상태를 역학적 평형 상태라고 한다. 물체가 역학적 평형 상태를 유지하기 위해서는 물체에 작용하는 모든 힘의 합력이

0이어야 하는데 이를 힘의 평형이라 한다.

[사] 빛은 전기장과 자기장이 진동하여 전파하는 현상이다. 전기장과 자기장의 진동 방향은 전자기파의 진행 방향과 서로 수직이므로 빛은 횡파이다. 전기장의 진동 방향에 따라 빛을 선택적으로 통과시킬 수 있는 판을 편광판이라고 한다.

[논제 II-1]

[그림 1]과 같이 물체 A, B가 길이 2m의 막대로 연결되어 x축과 나란하게 속력 v로 등속 직선 운동하다가 외부 힘이 작용하는 구간에 진입한다. A, B에는 각각의 위치 x에 따라 [표]와 같이 외부 힘이 작용하고, A, B의 질량은 1kg으로 같다. A, B의 크기와 막대의 질량은 무시하며 막대에는 외부 힘이 직접 작용하지 않는다.



[그림 1]

물체의 위치	외부 힘	
	크기	방향
$x < 0$	0	
$0 \le x < 1\,\mathrm{m}$	10N	$+x$
$1\,\mathrm{m} \le x < 3\,\mathrm{m}$	10N	$-x$
$3\,\mathrm{m} \le x < 4\,\mathrm{m}$	10N	$+x$
$x \ge 4\mathrm{m}$	0	

[표]

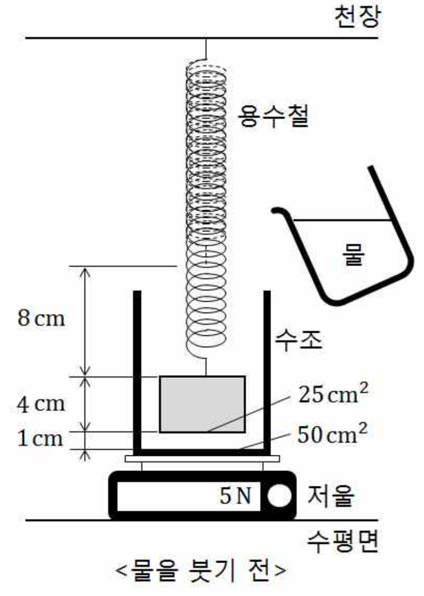
(1) A의 위치를 x_{A}, 막대가 A에 작용하는 힘을 $F_{\mathrm{A,막대}}$라고 할 때, $x_{\mathrm{A}} = 0$에서 $x_{\mathrm{A}} = 6\,\mathrm{m}$의 범위에서 $F_{\mathrm{A,막대}}$를 x_{A}에 따른 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. $F_{\mathrm{A,막대}}$가 $+x$ 방향인 경우 양(+)으로, $-x$ 방향인 경우 음(−)으로 나타내시오. (8점)
(2) B가 $x \ge 4\,\mathrm{m}$인 영역으로 진입할 수 있는 v의 최솟값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (6점)

[논제 II-2]

[그림 2]와 같이 저울에 밑면적이 $50\,\mathrm{cm}^2$이고 무게가 5N인 원통형 수조가 놓여 있고, 원기둥 모양의 물체가 용수철에 연결되어 천장에 매달려 정지해 있다. 물체의 밀도는 $2\,\mathrm{g/cm}^3$이고 길이와 단면적은 각각 4cm와 $25\,\mathrm{cm}^2$이다. 수면의 높이가 수조 바닥으로부터 h가 될 때까지 수조에 물을 서서히 부어 물체가 정지한 상태에서, 저울에 측정된 무게 w와 용수철이 원래 길이로부터 늘어난 길이 ℓ을 측정한다. 물을 붓기 전 즉, $h=0$인 경우에는 $\ell = 8\,\mathrm{cm}$이며 물체의 밑면은 수조의 바닥으로부터 1cm 위에 있다. 물의 밀도는 $1\,\mathrm{g/cm}^3$이고 중력 가속도는
$10\,\mathrm{m/s}^2$이다.

(1) $h=10\,\text{cm}$일 때 ℓ을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (6점)

(2) $h=0$에서 $h=10\,\text{cm}$의 범위에서 w와 ℓ을 h에 따른 그래프로 각각 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (8점)

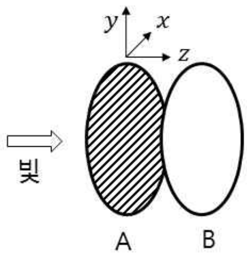


[그림 2]

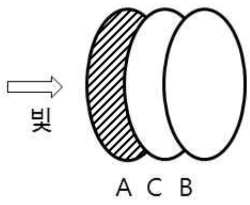
[논제 II-3]

(1) [그림 3-1]과 같이 편광판 A의 편광축을 x 방향으로 고정하고 편광판 B를 A면과 서로 나란하게 배열하였다. 편광되지 않은 빛이 편광판 A의 왼쪽에서 A면에 수직 입사할 때 B를 통과한 빛의 세기가 0이 되는 B의 편광축의 방향을 제시하고, 그 근거를 논술하시오. (6점)

(2) [그림 3-1]에서 B를 통과하여 나오는 빛이 없도록 B의 편광축을 고정하고 [그림 3-2]와 같이 편광판 C를 A, B 면에 나란하게 A, B 사이에 놓는다. C의 편광축이 (i) A의 편광축과 평행한 경우, (ii) B의 편광축과 평행한 경우, (iii) A, B의 편광축 어느 것과도 평행하지 않은 경우에 대해 B를 통과한 빛의 세기가 어떠한지 각각 설명하고, 그 근거를 논술하시오. (6점)



[그림 3-1]



[그림 3-2]

논제Ⅱ<화학>

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 탄소 화합물을 연소시켰을 때 생성되는 이산화 탄소와 물의 질량을 측정하여 화합물을 이루고 있는 탄소와 수소의 질량을 계산할 수 있다. 또한 각 성분의 질량을 각각의 원자량으로 나누어 조성비를 구할 수 있다. 조성비를 구한 다음 구성 원소의 원자 개수의 비율을 가장 간단한 정수비로 나타낼 수 있고, 이러한 화학식을 실험식이라고 한다. 이때 실험식량과 분자량의 비를 통해 분자식을 알아낼 수 있다.

[나] 완결된 화학 반응식은 화학 반응에 대한 여러 가지 정보를 담고 있어 반응에 관여하는 각 물질의 입자 수, 질량 관계, 기체의 경우는 부피 관계를 나타낸다. 이때 몰과 입자 수, 몰과 질량, 몰과 기체의 부피 관계를 이용하면 반응물과 생성물의 질량, 부피, 몰수를 구할 수 있다. 화학 반응식을 이용하면 반응물의 양으로 생성물이 얼마나 생길지 예상할 수 있고, 생성물의 양으로 얼마만큼의 물질이 반응에 쓰였는지 알 수 있다.

[다] 용액은 순수한 용매와 다르게 용액을 이루고 있는 성분의 종류와 관계없이 농도에 의해 결정되는 총체적인 성질을 가지고 있는데, 이를 용액의 총괄성이라고 한다. 용액의 총괄성에는 증기 압력 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투압 등이 있다. 비휘발성 용질이 녹아 있는

용액에서는 용질 입자가 용매 입자 간의 인력을 방해하므로 순수한 용매만 있을 때보다 얼기 어렵다. 이때 순수한 용매의 어는점(T_f)과 용액의 어는점(T_f')의 차를 어는점 내림(ΔT_f)이라고 한다.

$$\Delta T_f = T_f - T_f' = K_f \cdot m$$

K_f는 몰랄 내림 상수라고 하며, 1 m(몰랄 농도) 용액에서의 어는점 내림을 실험적으로 구한 값으로 용매의 종류에 따라 다르다. 예를 들어 어는점이 8.0℃인 폼산(HCO_2H)의 몰랄 내림 상수(K_f)는 2.77℃/m이다.

[라] 기체의 성질에 관한 보일 법칙, 샤를 법칙, 아보가드로 법칙을 종합하여 정리하면, 기체의 부피(V)는 기체의 몰수(n)와 절대 온도(T)에 비례하고 압력(P)에 반비례한다. 이러한 관계를 비례 상수 R를 도입하여 아래의 식으로 나타낼 수 있고, 이를 이상 기체 상태 방정식이라고 한다.

$$PV = nRT$$

표준 상태(0℃, 1기압)에서 기체 1몰의 부피를 측정하면 22.4 L가 얻어지므로 이 값들을 이용하면 R 값을 구할 수 있다.

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1\text{기압} \times 22.4\,\text{L}}{1\text{몰} \times 273\,\text{K}} = 0.082\text{기압}\cdot\text{L}/\text{몰}\cdot\text{K}$$

[마] 가역 반응에서 반응물과 생성물의 농도가 더 이상 변하지 않고 일정하게 유지되는 상태를 화학 평형 상태라고 한다. 온도가 일정할 때 평형 상태에서는 생성물의 농도의 곱과 반응물의 농도의 곱의 비는 항상 일정하고 이것을 화학 평형의 법칙이라고 한다. 일반적으로 화학 평형의 법칙은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$a\text{A} + b\text{B} \rightleftarrows c\text{C} + d\text{D} \qquad K = \frac{[\text{C}]^c[\text{D}]^d}{[\text{A}]^a[\text{B}]^b}$$

이때 K를 평형 상수라고 하며, 평형 상수는 농도와는 관계가 없고 온도에 따라 변한다.

[논제 II-1] 제시문 [가]~[라]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

C, H, O로 구성된 화합물 ㉠ 3.6 g을 산소 존재 하에서 완전히 연소시켜 3.52 g의 CO_2와 0.72 g의 H_2O만 얻었다.

(1) 화합물 ㉠의 실험식에 대해 논술하시오. (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.) (7점)

(2) 3.6 g의 화합물 ㉠을 폼산 100 g에 녹인 용액의 어는점이 6.892℃로 측정되었다. 이 정보를 이용하여 화합물 ㉠의 분자량과 분자식에 대해 논술하시오. (4점)

(3) 산성 조건에서 화합물 ㉠은 $KMnO_4(aq)$과 반응하면 아래의 반응식과 같이 $MnSO_4(aq)$, $K_2SO_4(aq)$, $CO_2(g)$ 및 $H_2O(l)$을 생성한다. 이 반응의 완결된 화학 반응식을 제시하시오. (단, a~g는 반응 계수이다.) (3점)

$$a\text{KMnO}_4(aq) + b\,\boxed{㉠}\,(aq) + c\text{H}_2\text{SO}_4(aq) \rightarrow d\text{MnSO}_4(aq) + e\text{K}_2\text{SO}_4(aq) + f\text{CO}_2(g) + g\text{H}_2\text{O}(l)$$

(4) 1기압, 300 K의 밀폐된 반응 용기에 담긴 100 g의 황산(H_2SO_4) 수용액에 1.8 g의 화합물 ㉠과 0.79 g의 $KMnO_4$을 넣고 반응시켰다. 반응은 비가역적으로 화합물 ㉠과 $KMnO_4$ 중 어느

한 종류가 모두 없어질 때까지 진행된다고 가정했을 때, 둘 중 반응하지 않고 남는 반응물의 종류와 질량 및 사용 비율 ($\frac{\text{소모된 반응물의 몰수}}{\text{초기 반응물의 몰수}}\times 100(\%)$)과 발생한 CO_2의 압력(기압)에 대해 논술하시오. (단, K과 Mn의 원자량은 각각 39와 55이고, 반응 용기 내 기체의 부피는 1 L이다. 반응 전후의 온도는 일정하고, 물의 증기압과 CO_2의 용해도는 모두 무시한다.) (12점)

[논제 II-2] 제시문 [나], [라]와 [마]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

$SO_2Cl_2(g)$는 아래의 평형 상태를 가지며 700 K에서의 평형 상수(K)는 0.3이다.

$$SO_2Cl_2(g) \rightleftarrows SO_2(g) + Cl_2(g)$$

부피가 0.2 L인 밀폐 용기에 SO_2Cl_2를 넣고 -78℃의 온도에서 진공으로 내부 기체를 모두 제거한 후 측정된 SO_2Cl_2의 질량은 6.075 g이었다. 밀폐 용기를 700 K에서 충분한 시간을 두어 평형 상태를 이루게 하였다. 반응 용기 내의 전체 압력과 각 물질의 부분 압력(기압)에 대해 논술하시오. (단, O, S, Cl의 원자량은 각각 16, 32, 35.5이고 SO_2Cl_2의 녹는점은 -54.1℃, 끓는점은 69.4℃이다.) (14점)

논제Ⅱ<생명과학>

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 재조합 DNA를 만들기 위해서는 DNA의 원하는 부위를 자르고 붙일 수 있어야 한다. 제한 효소는 특정한 염기 서열을 인식하여 그 부위의 DNA 가닥을 절단한다. 제한 효소들은 종류에 따라 인식하는 염기 서열이 다르므로 이를 이용하여 DNA의 원하는 부위를 자를 수 있다.

[나] 단백질은 아미노산이 일정한 순서에 따라 결합된 고분자 화합물로, 아미노산의 순서는 DNA의 염기 서열에 의해서 결정된다. DNA에서 전사된 mRNA 상에 3개의 염기로 이루어진 유전 암호를 코돈이라고 한다. <표 1>은 64개의 코돈이 지정하는 아미노산을 나타낸 것이다. 이 중 UAA, UAG, UGA는 아미노산을 지정하지 않는 종결 코돈이다. 나머지 61개는 모두 아미노산을 지정하는데, 이 수가 아미노산의 종류인 20개보다 많으므로 하나의 아미노산을 지정하는 코돈이 하나 이상 있게 된다.

두 번째 염기

첫 번째 염기	U	C	A	G	세 번째 염기
U	UUU, UUC: 페닐알라닌 UUA, UUG: 류신	UCU, UCC, UCA, UCG: 세린	UAU, UAC: 타이로신 UAA, UAG: 종결 코돈	UGU, UGC: 시스테인 UGA: 종결 코돈 UGG: 트립토판	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG: 류신	CCU, CCC, CCA, CCG: 프롤린	CAU, CAC: 히스티딘 CAA, CAG: 글루타민	CGU, CGC, CGA, CGG: 아르지닌	U C A G
A	AUU, AUC, AUA: 아이소류신 AUG: 메싸이오닌 개시 코돈	ACU, ACC, ACA, ACG: 트레오닌	AAU, AAC: 아스파라진 AAA, AAG: 라이신	AGU, AGC: 세린 AGA, AGG: 아르지닌	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG: 발린	GCU, GCC, GCA, GCG: 알라닌	GAU, GAC: 아스파트산 GAA, GAG: 글루탐산	GGU, GGC, GGA, GGG: 글라이신	U C A G

<표 1>

[다] 이자에는 인슐린을 분비하는 β 세포와 글루카곤을 분비하는 α 세포가 있다. 인슐린은 β 세포의 거친면 소포체와 결합된 리보솜에서 합성되어 거친면 소포체, 골지체를 거쳐 분비 소낭에 저장된다. 음식물 섭취로 혈당량이 증가하면, 인슐린이 포함된 분비 소낭이 세포막으로 이동하여 세포막과 융합하면서 인슐린이 세포 밖으로 분비된다.

[라] 한 지역에서 같이 생활하는 동일한 종의 개체들의 무리를 개체군이라고 한다. 개체군의 밀도는 개체의 출생, 이입 등에 의해 증가하며, 개체의 사망, 이출 등에 의해 감소한다. 한편, 한 지역에서 서로 관계를 맺고 생활하는 개체군의 집단을 군집이라고 한다.

[마] 생태계 내에 존재하는 생물의 다양한 정도를 생물 다양성이라고 한다. 여기에는 유전자 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성이 포함된다. 유전자 다양성은 집단 내 개체들 사이의 유전적 변이의 다양한 정도를 의미하며, 종 다양성은 생물의 종 수뿐만 아니라 각 종의 개체수가 균등하게 분포하여 살고 있는가를 포함한다. 생태계 다양성은 어느 지역에 있는 생태계의 다양한 정도를 의미한다. 생물 다양성은 생태계의 건강한 정도를 판단하는 지표가 된다.

[논제 II-1] 제시문 [가]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

[표 2]는 길이가 6.0인 선형 DNA에 각각 *Bam*HⅠ, *Sac*Ⅰ, *Eco*RⅠ을 따로 또는 함께 처리하여 얻은 DNA 조각의 길이를 나타낸 것이다.

제한 효소	DNA 조각 길이(상댓값)
*Bam*HⅠ	2.0, 4.0
*Sac*Ⅰ	1.0, 5.0
*Eco*RⅠ	2.5, 3.5
*Bam*HⅠ + *Sac*Ⅰ	1.0, 4.0
*Sac*Ⅰ + *Eco*RⅠ	1.0, 1.5, 3.5

[표 2]

(1) 길이 6.0인 DNA를 그려 각 제한 효소의 인식 부위와 이들 사이의 상대적 길이를 모두 표시하고, 그렇게 표시한 이유를 논술하시오. (6점)

(2) *Bam*HⅠ과 *Eco*RⅠ을 함께 처리했을 때 예측되는 DNA 조각 길이에 대해 논술하시오. (4점)

[논제 II-2] 제시문 [나]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

다음은 어떤 단백질의 아미노산 서열 일부를 나타낸 것이다. 이때 특정한 6개의 연속된 아미노산 서열에 해당하는 DNA 유전 암호를 예측하고자 한다. 예측되는 DNA 염기 서열의 경우의 수가 가장 적은 아미노산 서열 구간을 찾고, 이에 대해 논술하시오. (10점)

-⋯-세린-류신-발린-트립토판-아스파트산-페닐알라닌-히스티딘-라이신-메싸이오닌-세린-글루탐산-아이소류신-⋯-

[논제 II-3] 제시문 [다]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

β 세포에서 인슐린의 합성, 이동, 분비를 추적하고자 실험을 하였다. 배양 중인 β 세포에 방사성 동위 원소로 표지한 아미노산을 일정 시간 동안 공급한 후, 방사성 동위 원소가 없는 세포 배양액으로 교체하였다. [표 3]은 10분 간격으로 세포 배양액과 β 세포를 얻고, β 세포를 파쇄하여 세포 소기관들을 분획한 다음, 세포 배양액, 거친면 소포체, 골지체, 분비 소낭에서 각각 방출되는 방사선의 양을 상댓값으로 나타낸 것이다. A, B, C, D가 각각 무엇인지 찾고, 인슐린이 세포 밖으로 분비되는 시점과 분비를 촉진할 수 있는 물질에 대해 논술하시오. (10점)

분획 \ 시간(분)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
A	10	40	10	6	5	5	5	3	1	1	1
B	0	0	0	0	0	0	0	30	50	50	50
C	0	30	40	45	50	50	50	25	5	5	5
D	60	30	5	3	2	2	2	2	2	2	1

[표 3]

[논제 II-4] 제시문 [라]와 [마]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

[그림 1]은 어떤 지역에서 시간에 따른 종 수와 종 다양성을 나타낸 것이다. 구간 I, II에 나타난 종 수와 종 다양성의 변화를 비교하고, 그와 같은 변화가 일어난 이유를 생물 다양성 관점에서 논술하시오. (10점)

2. 2020학년도 수시모집 논술고사 예시답안

논제 Ⅰ <수학>

[논제 Ⅰ-1]

(1) 두 원이 접하는 점을 E라 하면, 원점 O, 점 C와 점 E가 한 직선 위에 있다.

$\overline{\mathrm{CE}}=t$ 이므로 $\overline{\mathrm{OC}}=1-t$이다. 따라서 $\overline{\mathrm{AC}}^2=\overline{\mathrm{OC}}^2-\overline{\mathrm{OA}}^2=(1-t)^2-t^2=1-2t$이다.

$\overline{\mathrm{DQ}}=\overline{\mathrm{AQ}}-\overline{\mathrm{AC}}-\overline{\mathrm{CD}}$이므로, $f(t)=\sqrt{1-t^2}-\sqrt{1-2t}-t$이다.

$$\lim_{t\to0+}\frac{f(t)}{t^3}=\lim_{t\to0+}\frac{\sqrt{1-t^2}-(\sqrt{1-2t}+t)}{t^3}=\lim_{t\to0+}\frac{-2(t-1+\sqrt{1-2t})}{t^2(\sqrt{1-t^2}+\sqrt{1-2t}+t)}$$

$$=\lim_{t\to0+}\frac{-2}{(\sqrt{1-t^2}+\sqrt{1-2t}+t)(t-1-\sqrt{1-2t})}=\frac{1}{2}$$

(2) t가 최대가 되려면 이웃하는 원들끼리 접해야 한다. 따라서 N개의 원들의 지름의 합은 $2Nt$가 되는데, 이는 $\overline{\mathrm{PQ}}-2\overline{\mathrm{DQ}}$와 같아야 한다. 즉, $\overline{\mathrm{PQ}}-2\overline{\mathrm{DQ}}=2Nt$를 만족한다. $\overline{\mathrm{PQ}}=2\sqrt{1-t^2}$이고, [논제 Ⅰ-1](1)번의 풀이에서 $\overline{\mathrm{DQ}}=\sqrt{1-t^2}-\sqrt{1-2t}-t$이므로, $\sqrt{1-2t}+t=Nt$가 된다.

$\sqrt{1-2t}=(N-1)t$에서 양변을 제곱해서 정리하면, $(N-1)^2t^2+2t-1=0$이고 $t>0$이므로

$t=\dfrac{-1+\sqrt{1+(N-1)^2}}{(N-1)^2}$이다.

[논제 Ⅰ-2]

(1) $\left(0,\ \dfrac{k}{n}\right)$를 점 A_k라 하자. 선분 $\mathrm{P}_k\mathrm{Q}_k$에 중심이 있고 반지름이 $\dfrac{1}{n}$인 원들 중에서 가장 오른쪽에 있는 원을 S_2라 하고, 원 S_2가 원 S와 접한다고 하자. 원 S_2의 중심을 C라 하고, 선분 CQ_k와 만나는 점을 D라 하면,

$$\overline{\mathrm{A}_k\mathrm{C}}^2=\overline{\mathrm{OC}}^2-\overline{\mathrm{OA}_k}^2=\left(1-\frac{1}{n}\right)^2-\left(\frac{k}{n}\right)^2=\frac{(n-1)^2-k^2}{n^2}$$

이므로, $\overline{\mathrm{A}_k\mathrm{C}}=\dfrac{\sqrt{(n-1)^2-k^2}}{n}$이다. 따라서 선분 $\mathrm{P}_k\mathrm{Q}_k$에 중심이 있는 원들이 움직일 수 있는 선분의 길이는 $2\overline{\mathrm{A}_k\mathrm{D}}=2\left(\overline{\mathrm{A}_k\mathrm{C}}+\dfrac{1}{n}\right)$이므로, $\dfrac{2}{n}$로 나누면, $\sqrt{(n-1)^2-k^2}+1$이 되기 때문에, a_k는 $\sqrt{(n-1)^2-k^2}+1$보다 작거나 같고, $\sqrt{(n-1)^2-k^2}$보다 큰 자연수이다. $k=n-4$이면, $\sqrt{(n-1)^2-(n-4)^2}=\sqrt{6n-15}$이므로, $\sqrt{6n-15}$가 8보다 작은 자연수 n을 구하면 된다.

$g(x)=\sqrt{6x-15}$라 하면, $g(x)$는 증가함수이고, $g\left(\dfrac{79}{6}\right)=8$이므로, $n<\dfrac{79}{6}$이다. n은 자연수이기 때문에, 가장 큰 자연수 n은 13이 된다.

(2) 이웃하는 모든 원들이 한 점에서 만나면, [논제 I-2] (1)에서 얻은 $\sqrt{(n-1)^2-k^2}+1$이 자연수이다. 즉, $n=11$이면, $\sqrt{10^2-k^2}+1$가 자연수가 되는 정수 k는 0, 6 또는 8에서 자연수가 되고, 각각 그 때의 원들의 개수는 11개, 9개, 7개가 된다.

(3) 모든 원의 크기가 같기 때문에 선택한 원을 평행이동하여 $x^2+\left(y-\dfrac{n-m}{n}\right)^2=\dfrac{1}{n^2}$라 할 수 있다. $(x,0)$으로부터 y축에 평행한 직선을 그렸을 때, y좌표가 더 큰 점까지의 거리는 $\dfrac{n-m}{n}+\sqrt{\dfrac{1}{n^2}-x^2}$ 이므로, $A(x)$는 $\left(\dfrac{n-m}{n}+\sqrt{\dfrac{1}{n^2}-x^2}\right)^2$가 된다. 닫힌 구간 $\left[p,\ \dfrac{p+3q}{4}\right]$를 위와 같이 평행이동하면 x의 범위는 $\left[-\dfrac{1}{n},\ \dfrac{1}{2n}\right]$가 된다. 따라서 입체도형의 부피 V_n은

$$V_n=\int_{-\frac{1}{n}}^{\frac{1}{2n}}\left(\frac{n-m}{n}+\sqrt{\frac{1}{n^2}-x^2}\right)^2dx \quad =\int_{-\frac{1}{n}}^{\frac{1}{2n}}\left(\frac{(n-m)^2+1}{n^2}-x^2+\frac{2(n-m)}{n}\sqrt{\frac{1}{n^2}-x^2}\right)dx$$

$$=\frac{12(n-m)^2+9}{8n^3}+\frac{2(n-m)}{n}\int_{-\frac{1}{n}}^{\frac{1}{2n}}\sqrt{\frac{1}{n^2}-x^2}\,dx$$ 이다.

여기에서 적분값 $\displaystyle\int_{-\frac{1}{n}}^{\frac{1}{2n}}\sqrt{\frac{1}{n^2}-x^2}\,dx$ 은 반원 $y=\sqrt{\dfrac{1}{n^2}-x^2}$과 x축, $x=\dfrac{1}{2n}$로 둘러싸인 영역의 넓이와 같다. 이는 부채꼴과 직각삼각형의 넓이의 합으로 계산하면 된다.

중심각이 $\dfrac{2\pi}{3}$인 부채꼴의 넓이는 $\dfrac{1}{2}\times\dfrac{1}{n^2}\times\dfrac{2\pi}{3}=\dfrac{\pi}{3n^2}$이고, 직각삼각형의 넓이는

$\dfrac{1}{2}\times\dfrac{1}{2n}\times\sqrt{\dfrac{1}{n^2}-\dfrac{1}{4n^2}}=\dfrac{\sqrt{3}}{8n^2}$이므로 $\displaystyle\int_{-\frac{1}{n}}^{\frac{1}{2n}}\sqrt{\frac{1}{n^2}-x^2}\,dx=\frac{\pi}{3n^2}+\frac{\sqrt{3}}{8n^2}=\frac{8\pi+3\sqrt{3}}{24n^2}$이다.

따라서 $V_n=\dfrac{12(n-m)^2+9}{8n^3}+\dfrac{2(8\pi+3\sqrt{3})(n-m)}{24n^3}=\dfrac{3}{2n}+\dfrac{\alpha}{n^2}+\dfrac{\beta}{n^3}$로 놓으면

상수 α와 β는 $\alpha=\dfrac{-36m+(8\pi+3\sqrt{3})}{12}$이고, $\beta=\dfrac{36m^2-2m(8\pi+3\sqrt{3})+27}{24}$이다.

[논제 I-2](1)번에서 $\sqrt{(m-1)(2n-m-1)}<a_{n-m}\le\sqrt{(m-1)(2n-m-1)}+1$이므로,

$\sqrt{n}\sqrt{(m-1)(2n-m-1)}\,V_n<\sqrt{n}\,a_{n-m}V_n\le\sqrt{n}\left(\sqrt{(m-1)(2n-m-1)}+1\right)V_n$이다.

$b_n=\sqrt{n}\sqrt{(m-1)(2n-m-1)}\,V_n$이고, $c_n=\sqrt{n}\sqrt{(m-1)(2n-m-1)}\,V_n+\sqrt{n}\,V_n$이라 하면,

$b_n<\sqrt{n}\,a_{n-m}V_n\le c_n$ ⋯⋯ ①

$b_n=\sqrt{m-1}\sqrt{n}\sqrt{2n-m-1}\left(\dfrac{3}{2n}+\dfrac{\alpha}{n^2}+\dfrac{\beta}{n^3}\right)=\sqrt{m-1}\sqrt{2-\dfrac{m+1}{n}}\left(\dfrac{3}{2}+\dfrac{\alpha}{n}+\dfrac{\beta}{n^2}\right)$가 되어,

$\displaystyle\lim_{n\to\infty}b_n=\frac{3}{2}\sqrt{2(m-1)}$ ⋯⋯ ②

$c_n = b_n + \sqrt{n}\,V_n$이 되는데, $\sqrt{n}\,V_n = \sqrt{n}\left(\frac{3}{2n} + \frac{\alpha}{n^2} + \frac{\beta}{n^3}\right)$이므로, $\lim_{n\to\infty}\sqrt{n}\,V_n = 0$이다.

따라서 $\lim_{n\to\infty} c_n = \frac{3}{2}\sqrt{2(m-1)}$ …… ③

제시문 [다]와 ①, ②, ③으로부터 수열 $\left\{\sqrt{n}\,a_{n-m}V_n\right\}$은 수렴하고, 극한값은

$\frac{3}{2}\sqrt{2(m-1)}$이다.

논제Ⅱ<물리>

[논제 II-1]

(1) A, B의 질량을 m_A, m_B, A, B에 작용하는 외부 힘을 $F_{A,외부}$, $F_{B,외부}$라고 하면 A, B 전체에 작용하는 알짜힘은 $F = (m_A + m_B)a = F_{A,외부} + F_{B,외부}$이다.

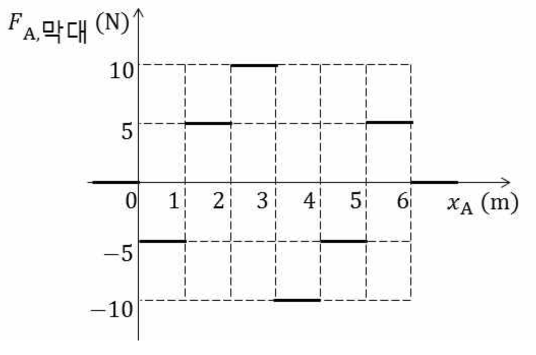
$m_A = m_B = 1\text{kg}$이므로 A에 작용하는 알짜힘은 $F_A = m_A a = \frac{1}{2}(F_{A,외부} + F_{B,외부})$이다.

F_A는 $F_{A,외부}$와 $F_{A,막대}$의 합이므로, $F_{A,막대} = F_A - F_{A,외부} = \frac{1}{2}(F_{B,외부} - F_{A,외부})$이다.

x_A와 B의 위치 x_B에 따라 힘을 구간별로 나타내면 다음과 같다.

x_A(m)	x_B(m)	$F_{A,외부}$(N)	$F_{B,외부}$(N)	F(N)	F_A(N)	$F_{A,막대}$(N)
~0	~-2	0	0	0	0	0
0~1	-2~-1	+10	0	+10	+5	-5
1~2	-1~0	-10	0	-10	-5	+5
2~3	0~1	-10	+10	0	0	+10
3~4	1~2	+10	-10	0	0	-10
4~5	2~3	0	-10	-10	-5	-5
5~6	3~4	0	+10	+10	+5	+5
6~	4~	0	0	0	0	0

x_A에 따라 $F_{A,막대}$를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



A의 위치에 따른 막대가 A에 작용하는 힘

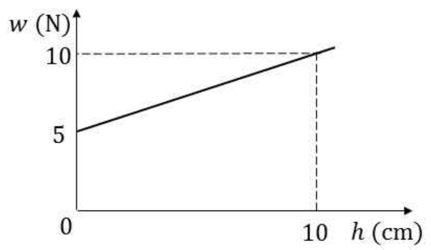
(2)물체의 운동에너지는 가해준 일만큼 늘어나거나 줄어들기 때문에 두 물체의 운동에너지의 합이 $4\mathrm{m} \le x_{\mathrm{A}} < 5\mathrm{m}$, $2\mathrm{m} \le x_{\mathrm{B}} < 3\mathrm{m}$인 구간에서 외부 힘에 의한 일의 크기 $10\mathrm{J}$보다 커야 B가 $x \ge 4\mathrm{m}$인 영역으로 빠져 나갈 수 있다. 따라서 v의 최솟값 $v_{\min}$은 $\frac{1}{2}(m_{\mathrm{A}} + m_{\mathrm{B}})v_{\min}^2 = 10\mathrm{J}$으로부터 $v_{\min} = \sqrt{10}\,\mathrm{m/s}$이다. (다양한 방법으로 v의 최솟값을 구할 수 있으며, 제시문을 이용하여 논리적으로 구성된 답안은 모두 정답이다.)

[논제 II-2]

(1) 물체의 밀도를 ρ, 부피를 V라고 할 때 물체의 무게는 $\rho g V = 2\mathrm{N}$이다. 물체가 물에 완전히 잠기면 물체에 작용하는 부력은 $\rho_{물} g V = 1\mathrm{N}$으로 용수철에 작용하는 힘이 반으로 줄어 늘어난 길이도 $8\mathrm{cm}$에서 $4\mathrm{cm}$로 줄게 된다. 따라서 h가 $9\mathrm{cm}$이상이면 물체는 물에 완전히 잠긴다. $h = 10\mathrm{cm}$일 때는 물체가 완전히 물에 잠긴 때이므로 $\ell = 4\mathrm{cm}$이다.

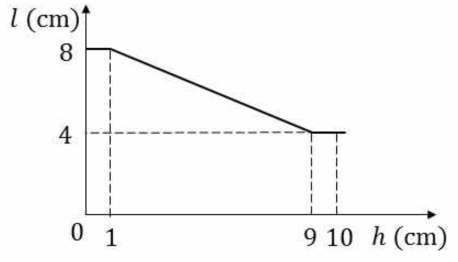
(2) 물의 높이가 h일 때, 물체의 일부나 전체가 물에 잠겨 있더라도 작용 반작용 법칙에 따라 잠겨 있는 물의 무게인 부력만큼의 힘을 물체가 물에 작용한다. 따라서 저울에 측정되는 무게 w는 높이 h 단면적 $A_{수조} = 50\mathrm{cm}^2$만큼의 물의 무게 $\rho_{물} g h A_{수조}$와 수조의 무게 $5\mathrm{N}$의 합이다. 따라서 그래프 (가)와 같이 나타낼 수 있다.

(다른 풀이: 물에 의한 압력이 $\rho_{물} g h$이므로 물의 압력에 의한 힘은 $\rho_{물} g h A_{수조}$이다. 따라서 저울에 측정되는 무게 w는 $\rho_{물} g h A_{수조}$와 수조의 무게 $5\mathrm{N}$의 합이다.)



그래프 (가) 수면의 높이에 따른 저울에 측정되는 무게

물의 높이 h가 $h_0 = 1\,\mathrm{cm}$일 때부터 $9\,\mathrm{cm}$가 될 때까지 h가 증가함에 따라 ℓ은 $\ell_0 = 8\,\mathrm{cm}$에서 $4\mathrm{cm}$로 감소하게 된다. 물에 잠기기 전에는 힘의 평형으로부터 $\rho g V - k\ell_0 = 0$이므로, 용수철 상수는 $k = \frac{\rho g V}{\ell_0}$이다. $4\,\mathrm{cm} < \ell < 8\,\mathrm{cm}$의 범위에서 물체가 물에 잠긴 깊이를 x라고 하면 힘의 평형조건에서 $\rho g V - \rho_{물} g x A - k\ell = 0$ 이다. 또한 $\ell + h - x = \ell_0 + h_0 = 9\,\mathrm{cm}$로 일정하므로 이를 이용하여 h에 따른 ℓ을 구하면 그래프 (나)와 같다.



그래프 (나) 수면의 높이에 따른 용추철의 늘어난 길이

[논제 II-3]

(1) 빛은 횡파이다. 빛의 편광 방향이 편광축에 나란할 때는 빛이 편광판을 통과하지만, 빛의 편광방향이 편광축에 수직일 때는 편광판을 통과하지 못한다. 따라서 편광되지 않은 빛이 A를 통과하면 통과한 빛의 편광 방향은 x축 방향이다. 이 빛의 편광 방향이 두 번째 편광판 B의 편광축에 수직이 되면 빛이 B를 통과할 수 없다. B의 편광축이 y축과 나란하면 A, B를 통과하여 나오는 빛의 세기가 0이 된다.

(2) (1)에서 편광판 A와 B의 편광축이 서로 수직일 때 A, B를 통과하여 나오는 빛의 세기가 0이 된다. C와 A의 편광축이 서로 나란한 경우에는 A, C를 통과한 빛이 B를 통과할 수 없고, C와 B의 편광축이 서로 나란한 경우에는 A를 통과한 빛이 C를 통과할 수 없다. C의 편광축이 A의 편광축에도 나란하지 않고 B의 편광축과도 나란하지 않은 경우 A를 통과한 빛의 편광 방향은 C의 편광축에 나란한 성분을 가지므로 C를 통과할 수 있고, C를 통과한 빛의 편광 방향은 B의 편광축에 나란한 성분을 가지게 되어 B를 통과할 수 있다.

논제Ⅱ<화학>

[논제 II-1]

(1)

C의 질량 : $3.52 \times \dfrac{12}{44} = 0.96\,\mathrm{g}$

H의 질량 : $0.72 \times \dfrac{2}{18} = 0.08\,\mathrm{g}$

O의 질량 : $3.6 - 0.96 - 0.08 = 2.56\,\mathrm{g}$

C의 몰수 : $\dfrac{0.96}{12} = 0.08$몰

H의 몰수 : $\dfrac{0.08}{1} = 0.08$몰

O의 몰수 : $\dfrac{2.56}{16} = 0.16$몰

C : H : O의 몰비는 1 : 1 : 2 이므로 화합물 ㉠의 실험식은 CHO_2이다.

(2)

화합물 ㉠의 분자량을 A라 하면 용질의 몰수는 $\dfrac{3.6}{\mathrm{A}}$이고 용액의 몰랄 농도(m)는 용매 1kg 속에 녹아 있는 용질의 몰수이므로 $0.1 : \dfrac{3.6}{\mathrm{A}} = 1 : m$의 관계에 의해 $m = \dfrac{36}{\mathrm{A}}$이다.

$\Delta T_f = K_f \cdot m$이고 $\Delta T_f = 8.0 - 6.892 = 1.108^\circ\mathrm{C}$이므로 A의 분자량은 $\dfrac{2.77 \times 36}{1.108} = 90$이다.

따라서 실험식 CHO_2의 화학식량은 $12 + 1 + (16 \times 2) = 45$이므로 화합물 ㉠의 분자식은 $C_2H_2O_4$이다.

(3)

화합물 ㉠의 분자식은 $C_2H_2O_4$이므로 완결된 화학 반응식은 아래와 같다.

$$2KMnO_4(aq) + 5C_2H_2O_4(aq) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow$$
$$2MnSO_4(aq) + K_2SO_4(aq) + 10CO_2(g) + 8H_2O(l)$$

(4)

화합물 ㉠ 1.8 g의 몰수는 $\frac{1.8}{90} = 0.02$이고 $KMnO_4$의 화학식량은 39 + 55 + (4 × 16) = 158 이므로 $KMnO_4$ 0.79 g의 몰수는 $\frac{0.79}{158} = 0.005$이다.

0.02몰의 화합물 ㉠이 모두 반응하기 위해서는 $0.02 \times \frac{2}{5} = 0.008$몰의 $KMnO_4$이 필요하고 0.005몰의 $KMnO_4$이 모두 반응하기 위해서는 $0.005 \times \frac{5}{2} = 0.0125$몰의 화합물 ㉠이 필요하다.

주어진 조건에 의하면 $KMnO_4$은 모두 반응하여 없어지고 $0.02 - 0.0125 = 0.0075$몰의 화합물 ㉠이 남는다. 따라서 반응 후 남는 화합물 ㉠의 질량은 $0.0075 \times 90 = 0.675\,g$이다.

사용 비율은 $\frac{\text{소모된 반응물의 몰수}}{\text{초기 반응물의 몰수}} \times 100\,(\%)$이므로 $\frac{0.0125}{0.02} \times 100(\%) = 62.5\%$ 이다.

화합물 ㉠과 발생한 CO_2의 몰수는 1 : 2이므로 발생한 CO_2의 몰수는 0.025이다.

따라서 생성된 CO_2의 압력은 $P = \frac{n}{V}RT = \frac{0.025}{1} \times 0.082 \times 300 = 0.615$기압이다.

[논제 II-2]

SO_2Cl_2의 분자량은 135이므로 용기 내에 존재하는 SO_2Cl_2의 몰수는 $\frac{6.075}{135} = 0.045$이다.

용기의 부피가 0.2 L이므로 SO_2Cl_2의 몰 농도는 $\frac{0.045}{0.2} = 0.225\,M$이다.

초기 농도로부터 평형 상태에 이르기까지의 농도 변화를 고려하면

	$SO_2Cl_2(g)$	$\rightleftarrows$	$SO_2(g)$	+	$Cl_2(g)$
초기 농도	0.225				
변화량	$-x$		x		x
평형 상태	0.225 - x		x		x

평형 상수(K) = $\frac{[SO_2][Cl_2]}{[SO_2Cl_2]} = \frac{x^2}{0.225 - x} = 0.3$이다.

$x^2 + 0.3x - 0.0675 = 0$이므로 근의 공식을 이용하여 해를 구하면

$$x = \frac{-0.3 \pm \sqrt{(0.3)^2 - 4 \times 1 \times (-0.0675)}}{2} = \frac{-0.3 \pm \sqrt{0.36}}{2} = \frac{-0.3 \pm 0.6}{2}$$

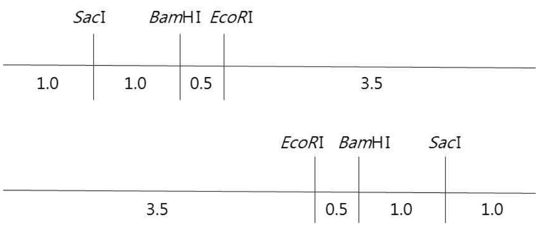
$x = 0.15$ 또는 -0.45이다.
따라서 평형 상태의 SO_2과 Cl_2의 몰 농도는 각각 0.15 M와 0.15 M이고, SO_2Cl_2의 몰 농도는 0.225 M - 0.15 M = 0.075 M이다.

용기의 부피는 0.2 L이고 온도는 700 K이며 $\frac{n}{V}$는 몰 농도와 같다.

따라서 용기 안에 존재하는 SO_2의 부분 압력은
0.15 × 0.082 × 700 = 8.61기압이고 Cl_2의 부분 압력도 8.61기압이다.
SO_2Cl_2의 부분 압력은 0.075 × 0.082 × 700 = 4.305기압이므로 용기 내부의 전체 압력은 (8.61 × 2) + 4.305 = 21.525기압이다.

논제Ⅱ<생명과학>

[논제 II-1]
(1) *Bam*HⅠ을 처리하면 조각 길이가 2.0, 4.0이므로 *Bam*HⅠ을 2.0의 위치에 표시한다. *Sac*Ⅰ을 처리하면 조각 길이가 1.0, 5.0이고, *Bam*HⅠ+*Sac*Ⅰ을 처리하면 조각 길이가 1.0, 4.0이므로 조각 길이가 1.0이 2개이다. 따라서 *Sac*Ⅰ은 *Bam*HⅠ에 의해 잘린 길이가 2.0인 조각의 정 가운데를 절단한다. *Eco*RⅠ으로 자르면 조각 길이가 2.5, 3.5이고, *Sac*Ⅰ+*Eco*RⅠ을 처리하면 조각 길이가 1.0, 1.5, 3.5이므로 1.5의 조각이 두 제한 효소에 의해서 잘린 것이다. 따라서 *Eco*RⅠ 인식 부위는 *Bam*HⅠ 인식 부위로부터 0.5 거리에 있다. 그러므로 선형 DNA 상에 제한 효소의 위치와 크기는 아래 그림과 같이 2가지 경우가 가능하다.



(2) 위 그림에서 알 수 있듯이 *Bam*HⅠ과 *Eco*RⅠ을 함께 처리하면 길이가 0.5, 2.0, 3.5인 조각 3개가 만들어진다.

[논제 II-2]
mRNA의 코돈표를 통해 각 아미노산에 대한 코돈 수를 알 수 있다. 제시된 아미노산 서열에 따른 아미노산별 코돈 수는 세린 6개−류신 6개−발린 4개−트립토판 1개−아스파트산 2개−페닐알라닌 2개−히스티딘 2개−라이신 2개−메싸이오닌 1개−세린 6개−글루탐산 2개−아이소류신 3개이다. 따라서 DNA 염기 서열의 경우의 수가 가장 적은 6개 아미노산 서열 구간은 해당 아미노산에 대한 코돈 수가 가장 적은 [트립토판−아스파트산−페닐알라닌−히스티딘−라이신−메싸이오닌] 이다.
[논제 II-3]
각 분획에서 방사선 양의 최댓값이 나타나는 순서가 D → A → C → B 이다. 거친면 소포체에 결합된 리보솜에서 합성된 인슐린은 거친면 소포체 → 골지체 → 분비 소낭 → 세포 밖으로 이동한다. 따라서 A는 골지체, B는 세포 배양액, C는 분비 소낭, D는 거친면 소포체이다. 70분에 세포 배양액에서

방사선이 검출되었으므로 인슐린이 분비된 시점을 t라고 하면, 60분$<t\leq$70분이다. 식사 후 혈당량이 증가하면 부교감 신경이 활성화되어 인슐린 분비가 촉진되므로 β 세포에서 인슐린 분비를 촉진할 수 있는 물질에는 포도당, 아세틸콜린 등이 있다.

[논제 II-4]

구간 I에서 종 수와 종 다양성은 동시에 증가하다가 동시에 감소하였다. 이 때 종 수가 증가한 것은 외부로부터 이입된 새로운 종 수가 이출된 종 수보다 많았기 때문이고, 종 수가 감소한 것은 일부 종의 모든 개체가 사망하였거나 이출된 종 수가 이입된 새로운 종 수보다 많았기 때문이다. 한편, 종 다양성이 증가한 것은 새로운 종의 이입뿐만 아니라 각 종의 개체수가 더욱 균등하게 분포되었기 때문일 수도 있다. 종 다양성이 감소한 것은 종 수의 감소뿐만 아니라 각 종의 개체수가 더욱 균등하지 않게 분포되었기 때문일 수도 있다. 구간 II에서 종 수는 일정한데 종 다양성이 계속 감소한 것은 각 종의 개체수가 점점 균등하지 않게 분포되었기 때문이다.

3. 2020학년도 수시모집 논술고사채점 기준

논제 I <수학>

[논제 I-1]

(1) (10점)

<3점> $\overline{\mathrm{DQ}}$의 길이를 계산하여 함수 $f(t)$를 찾을 수 있다.

<7점> $t=0$에서의 $\dfrac{f(t)}{t^3}$의 우극한을 계산할 수 있다.

(2) (10점)

<3점> 최대가 되려면 이웃하는 원들끼리 접해야 함을 관찰한다.

<7점> t와 N의 관계를 방정식으로 만들어서 t를 N에 관해서 구할 수 있다.

[논제 I-2]

(1) (12점)

<8점> 선분 $\mathrm{P}_k\mathrm{Q}_k$에 중심이 있는 원들의 최대 개수 a_k를 설명할 수 있다.

<4점> a_k의 크기를 이용하여 $a_{n-4}=8$이 되는 n의 최댓값을 구할 수 있다.

(2) (8점)

<2점> 이웃하는 모든 원들이 한 점에서 만나는 경우, a_k의 값을 계산할 수 있다.

<6점> $n=11$인 경우, a_k가 자연수가 되는 k를 구할 수 있다.

(3) (20점)

<4점> 선택한 원을 중심이 y축에 있도록 평행이동하여 $A(x)$를 구할 수 있다.

<8점> $A(x)$를 이용하여 V_n을 정확히 계산할 수 있다.

<8점> $\sqrt{n}a_{n-m}V_n$이 만족하는 부등식을 이용하여 수열 $\left\{\sqrt{n}a_{n-m}V_n\right\}$이 수렴함을 보이고, 수렴값을 계산할 수 있다.

논제Ⅱ<물리>

[논제 II-1]

(1) (8점)

<4점> A에 막대가 작용하는 힘, A에 작용하는 외부 힘의 합이 합력임을 이용하여 A에 막대가 작용하는 힘을 구하는 방법을 논술한다.

<4점> x_{A} 구간별로 $F_{\mathrm{A},\text{막대}}$를 구해 그래프로 나타낸다.

(2) (6점)

<3점> 일-에너지 정리나 운동 법칙을 통해 B가 $x \geq 4\,\mathrm{m}$인 영역으로 진입하기 위한 조건을 파악하고 논술한다.

<3점> v의 최솟값을 구하고 그 방법을 논술한다.

[논제 II-2]
(1) (6점)
<3점> $h = 10\,\mathrm{cm}$일 때 물체가 물에 완전히 잠겨 있음을 논술한다.
<3점> 아르키메데스의 원리와 탄성력의 성질을 이용하여 $\ell = 4\,\mathrm{cm}$를 구하고 근거를 논술한다.
(2) (8점)
<4점> w의 증가량이 높이에 비례하는 이유를 논술하고 그래프로 표현한다.
<4점> ℓ을 구하는 방법을 힘의 평형으로부터 제시하고 그 결과를 그래프로 표현한다.

[논제 II-3]
(1) (6점)
<3점> 빛의 세기가 0이 되는 조건이 두 편광판의 편광축이 서로 수직일 때임을 제시한다.
<3점> 두 편광판의 편광축이 서로 수직일 때 빛의 세기가 0이 되는 이유를 편광을 이용하여 논술한다.
(2) (6점)
<3점> 각각의 세 조건에서 B를 통과한 빛의 세기가 0인지 0이 아닌지를 구분하여 제시한다.
<3점> C의 편광축이 A, B 모두와 평행하지 않을 때 빛의 세기가 0이 아님을 편광을 이용하여 설명한다.

논제Ⅱ<화학>

[논제 II-1]
(1) (7점) 화합물 A에 포함된 각 원소의 몰수를 구하고, 원소들의 몰비를 이용하여 화합물 A의 실험식을 제시하는 과정이 명확히 논술되어 있다.
(2) (4점) 주어진 자료를 이용하여 분자량을 계산하고, 분자량과 화학식량의 비를 이용하여 화합물 A의 분자식을 제시하는 과정이 명확히 논술되어 있다.
(3) (3점) 반응물과 생성물 간의 화학양론적 정보를 기반으로 완결된 화학 반응식을 도출하는 과정이 명확히 논술되어 있다.
(4) (12점) 반응물 간의 화학양론적 관계를 통해 반응 후 소진되는 반응물과 남는 반응물을 구분하고 남은 양과 소모된 양을 이용한 사용 비율에 대해 논술하고, 소모된 반응물과 생성물 간의 화학양론적 관계를 통해 생성되는 생성물의 양을 제시하는 과정이 명확히 논술되어 있다.

[논제 II-2]
(14점) 평형 상수를 이용하여 평형 상태에 있는 각 기체 분자의 몰 농도를 제시하고, 몰 농도를 이용한 각 기체 분자의 부분 압력을 제시하는 과정이 명확히 논술되어있다.

논제Ⅱ<생명과학>

[논제 II-1]

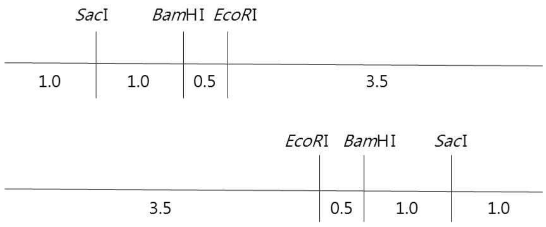
(10점)

(1) (6점)

<3점> 선형의 DNA 상에 각 제한효소의 위치를 순서에 맞게 배열하여 논리적으로 기술

<3점> 각 제한 효소 사이의 거리를 비례적으로 맞게 기술

* 아래 2가지 경우 모두 정답



(2) (4점) 0.5, 2.0, 3.5를 모두 정확히 기술

[논제 II-2]

(10점)

<4점> 세린은 6개, 류신 6개, 발린 4개, 트립토판 1개, 아스파트산 2개, 페닐알라닌 2개, 히스티딘 2개, 라이신 2개, 메싸이오닌 1개, 세린 6개, 글루탐산 2개, 아이소류신 3개임을 기술

<6점> 아미노산 구간 [트립토판–아스파트산–페닐알라닌–히스티딘–라이신–메싸이오닌] 임을 기술

[논제 II-3]

(10점)

<4점> A 골지체, B 세포 배양액, C 분비 소낭, D 거친면 소포체 임을 논리적으로 기술

<4점> 인슐린이 분비된 시점 t가 60분 $< t \leqq 70$분라고 논리적으로 기술

<2점> 포도당 또는 아세틸콜린을 기술

[논제 II-4]

(10점)

<2점> 구간 I에서 종 수와 종 다양성은 동시에 증가하다가 동시에 감소를 논리적으로 기술

<2점> 종 수가 증가한 것은 외부로부터 이입된 새로운 종 수가 이출된 종 수보다 많았기 때문, 종 수가 감소한 것은 일부 종의 모든 개체가 사망하였거나 이출된 종 수가 이입된 새로운 종 수보다 많았기 때문임을 논리적으로 기술

<2점> 종 다양성이 증가한 것은 새로운 종의 이입뿐만 아니라 각 종의 개체수가 더욱 균등하게 분포되었기 때문일 수도 있음을 논리적으로 기술

<2점> 종 다양성이 감소한 것은 종 수의 감소뿐만 아니라 종의 개체수가 더욱 균등하지 않게 분포되었기 때문일 수도 있음을 논리적으로 기술

<2점> 구간 II에서 종 다양성이 계속 감소한 것은 각 종의 개체수가 점점 균등하지 않게 분포되었기 때문임을 논리적으로 기술

4. 2020학년도 수시모집 논술고사출제 의도

논제 I <수학>

논제 I 수학 논제에서는 고등학교 수학 교육과정의 원의 방정식에 관한 문제, 미적분 II 의 적분의 활용 단원에서의 입체도형의 부피를 찾는 문제를 활용하여 수학 I의 수열의 극한을 계산하는 문제를 출제하였다. 반지름이 다른 원들의 다양한 위치관계를 이해하고 있는지와, 주어진 상황을 종합적으로 판단하여 문제의 요구에 맞는 함수나 부등식을 찾고 그 성질을 활용하여 입체도형의 부피나 수열의 극한을 계산할 수 있는 논리적 사고 능력이 있는지를 평가하고자 하였다. 단편적인 공식의 활용 능력보다는 상황의 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 능력과 수학적인 계산을 통하여 결과를 도출할 수 있는 능력을 가지고 있는지를 평가하고자 하였다.

논제 II <물리>

논제 II 과학-물리 논제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 기본적인 과학적 소양을 바탕으로, 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 평가하고자 하였다. 논제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 운동 법칙, 일-에너지, 탄성력, 부력, 작용-반작용 법칙, 빛의 편광 등의 기본적 물리적 개념을 제시하였다. 논제에서 주어진 구체적인 상황에 대해, 제시문의 정보를 적절히 이용하고, 논리적 과정으로 추론하여, 논제에 대한 과학적이고 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

논제 II <화학>

논제 II 과학-화학 논제에서는 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 '화학의 언어(화학 반응식, 화학식량과 몰)'의 기본 개념과 화학 II의 교육 과정에서 다루는 '다양한 모습의 물질 (기체의 압력과 부피 및 온도 사이의 관계, 묽은 용액의 총괄성)', '화학 평형(평형의 특성과 평형 상수의 이용)' 등의 개념을 학생들이 정확하게 이해하고 종합할 수 있는가를 파악하고자 하였다. 화합물을 구성하는 원소들의 질량과 몰비를 통한 실험식과 용액의 총괄성을 이용해 분자량을 구해 분자식을 제시하는 능력을 파악하고자 하였다. 그리고 화학양론을 통한 반응물과 생성물의 양적 관계에 대한 이해를 바탕으로 화학 반응식과 소모된 반응물 및 생성된 생성물의 양에 대해 논술하는 능력을 파악하고자 하였다. 또한 평형 상태에서의 각 물질의 조성을 평형 상수를 이용해 논술할 수 있는 능력을 파악하고자 하였다. 각 제시문은 고등학교 교과서를 기본으로 하여 제시하였고 교육 과정을 충실히 따르고 제시문을 정확하게 이해할 수 있는 학생들을 대상으로 출제하였다. 특히 각 영역에 대한 단편적인 지식의 습득 유무보다는 의학 계열 지원 학생의 각 영역에 대한 기본적인 개념의 이해를 바탕으로 한 통합적인 사고 및 활용 능력을 파악하고자 하였다.

논제 II <생명과학>

논제 II 과학-생명 과학에서는 고등학교 교과 과정 생명 과학 I과 II에서 다루고 있는 생물의 특성에 대한 개념을 단편적인 지식의 유무를 평가하기 보다는 통합적으로 이해하고 있는지,

논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 논제 II-1, II-2에서는 생명공학II의 ‘유전자와 생명 공학’ 영역에서 생명 공학 기술에 사용되는 제한 효소의 기본 원리와 유전자 발현의 기본 원리에 대한 사고력을 평가하고자 하였다. 논제 II-3에서는 생명과학 II의 ‘세포의 구조와 기능’ 영역에서 단백질의 합성과 이동의 개념을 이해하고 있는지를 평가하고, 생명과학 I의 ‘항상성과 몸의 조절’에서 혈당량의 조절 기전에 연계하여, 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-4에서는 생명과학 I의 ‘자연 속의 인간’ 영역에서 다루는 생물 다양성의 특성을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

5. 2020학년도 수시모집 논술고사문항 해설

논제Ⅰ<수학>

논제 I-1 (1)에서는 수학 I의 '도형의 방정식' 단원에서 학습하는 원의 성질을 이용하여 주어진 상황을 함수로 표현하고, 미적분 I의 '함수의 극한' 단원에서 학습하는 우극한을 찾는 문제를 출제하였다. 논제 I-1 (2)에서는 주어진 상황을 함수로 표현하는 문제를 출제하였다. 논제 I-2 (1)에서는 '도형의 방정식' 단원에서 학습하는 원의 성질을 이용하여 주어진 영역에 겹치지 않고 들어가는 원의 개수를 부등식을 이용하여 나타내고, 수학 II의 '무리함수' 단원에서 학습하는 무리함수의 성질을 이용하여 푸는 문제를 출제하였다. 논제 I-2 (2)에서는 기하학적인 상황을 방정식으로 변환하여 해결하는 문제를 출제하였다. 논제 I-2 (3)에서는 미적분 II의 '정적분의 활용' 단원에서 학습하는 입체도형의 부피를 계산하고, 미적분 I의 '수열의 극한' 단원에서 학습하는 수열의 극한값의 대소 관계를 이용하는 문제를 출제하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
수학 I	신항균 외 11인	㈜지학사	2017	165	제시문[가]	X
수학 II	황선욱 외 10인	㈜좋은책신사고	2016	83	제시문[나]	X
미적분 I	정상권 외 7인	㈜금성출판사	2016	19	제시문[다]	X
미적분 I	황선욱 외 10인	㈜좋은책신사고	2017	58	제시문[라]	X
미적분 II	우정호 외 24인	동아출판	2017	226	제시문[마]	X

논제Ⅱ<물리>

논제 II 과학-물리 논제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 기본적인 과학적 소양을 바탕으로, 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 평가하고자 하였다. 논제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 운동 법칙, 일-에너지, 탄성력, 부력, 작용-반작용 법칙, 빛의 편광 등의 기본적 물리적 개념을 제시하였다. 논제에서 주어진 구체적인 상황에 대해, 제시문의 정보를 적절히 이용하고, 논리적 과정으로 추론하여, 논제에 대한 과학적이고 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

제시문들에 관해 좀 더 구체적으로 설명하면 제시문 [가]는 합력과 운동 법칙을 설명하며, 제시문 [나]는 일-에너지 정리를 설명하고 있다. 제시문 [다], [라]는 각각 부력, 탄성력을 설명하고, [마]는 작용 반작용 법칙, [바]는 역학적 평형상태의 개념을 설명한다. 제시문 [사]는 빛의 파동적인 성질과 빛의 편광을 설명한다.

제시문 [가]~[사]는 두 종류의 물리 교과서에 모두 다루고 있는 내용이며, 그 출처는 아래와 같다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2013	43,44,45	제시문 [가]	O
고등학교 물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2013	34,35	제시문 [가]	O

고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2013	55	제시문 [나]	O
고등학교 물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2013	41,42	제시문 [나]	O
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2013	327	제시문 [다]	O
고등학교 물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2013	281	제시문 [다]	O
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2013	54	제시문 [라]	O
고등학교 물리 II	곽성일 외 7인	천재교육	2013	51	제시문 [라]	O
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2013	46	제시문 [마]	O
고등학교 물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2013	36	제시문 [마]	O
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2013	315	제시문 [바]	O
고등학교 물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2013	274	제시문 [바]	O
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2013	254,256	제시문 [사]	O
고등학교 물리 II	곽성일 외 7인	천재교육	2013	239−242	제시문 [사]	O

논제Ⅱ<화학>

논제 II 과학−화학 논제에서는 화합물을 구성하는 원소들의 질량과 몰비를 통한 실험식과 용액의 총괄성을 이용해 분자량을 구해 분자식을 제시하는 능력을 파악하고자 하였다. 그리고 주어진 반응 조건을 이용해 화학 반응식을 완성하고 화학양론을 통한 반응물과 생성물의 양적 관계에 대한 이해를 바탕으로 소모된 반응물과 생성된 생성물의 양에 대해 논술하는 능력을 파악하고자 하였다. 또한 평형 상태 및 기체의 특성에 대한 이해를 바탕으로 온도에 따른 기체의 압력 변화와 평형 상태에서의 각 물질의 조성을 평형 상수를 이용해 논술할 수 있는 능력을 파악하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
고등학교 화학I	류해일 외	비상교육	2011	34−35	제시문 [가]	○
	노태희 외	천재교육	2011	33−34		
	김희준 외	상상아카데미	2011	30−41		
	박종석 외	교학사	2011	35−37		
고등학교 화학I	박종석 외	교학사	2011	40−41	제시문 [나]	○
	김희준 외	상상아카데미	2011	48−50		
	류해일 외	비상교육	2011	45−47		
	노태희 외	천재교육	2011	46−49		
고등학교 화학II	박종석 외	교학사	2011	59−67	제시문 [다]	○
	김희준 외	상상아카데미	2011	67−73		
	류해일 외	비상교육	2011	59−66		
	노태희 외	천재교육	2011	62−67		
고등학교 화학II	류해일 외	비상교육	2011	18−29	제시문 [라]	○
	김희준 외	상상아카데미	2011	23−28		
	박종석 외	교학사	2011	21−27		
	노태희 외	천재교육	2011	18−29		
고등학교 화학II	류해일 외	비상교육	2011	127−131	제시문 [마]	○
	김희준 외	상상아카데미	2011	125−131		
	박종석 외	교학사	2011	136−145		
	노태희 외	천재교육	2011	133−137		

논제Ⅱ<생명과학>

논제 II-1에서는 생명 공학 기술에 사용되는 제한 효소를 이해하고, DNA의 잘려진 양상을 분석하여 특정한 염기 서열의 위치를 찾아내는 사고력을 평가한다. 논제 II-2에서는 DNA, RNA, 단백질 간의 관계를 바탕으로 한 유전자 발현의 기본 원리에 대한 사고력을 평가한다. 논제 II-3은 인슐린 단백질의 합성, 이동, 분비의 개념을 예시된 실험 결과를 가지고 추론하고 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. II-4는 생명과학I의 ‘자연 속의 인간’ 영역에서 생물 다양성의 특성을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
고등학교 생명과학II	이길재외	상상아카데미	2013	144	제시문[가]	O
고등학교 생명과학II	박희송외	교학사	2015	164	제시문[가]	O
고등학교 생명과학II	심규철외	비상교육	2012	178-179	제시문[가]	O
고등학교 생명과학II	이준규외	천재	2015	142	제시문[가]	O
고등학교 생명과학II	권혁빈외	교학사	2013	167	제시문[가]	O
고등학교 생명과학II	이길재외	상상아카데미	2013	121-123	제시문[나]	O
고등학교 생명과학II	박희송외	교학사	2015	142-145	제시문[나]	O
고등학교 생명과학II	심규철외	비상교육	2012	154-156	제시문[나]	O
고등학교 생명과학II	이준규외	천재	2015	114-115	제시문[나]	O
고등학교 생명과학II	권혁빈외	교학사	2013	144-145	제시문[나]	O
고등학교 생명과학II	이길재외	상상아카데미	2013	28, 43	제시문[다]	O
고등학교 생명과학II	박희송외	교학사	2015	30	제시문[다]	O
고등학교 생명과학II	심규철외	비상교육	2015	29	제시문[다]	O
고등학교 생명과학II	이준규외	천재	2013	25	제시문[다]	O
고등학교 생명과학II	권혁빈외	교학사	2015	30, 31	제시문[다]	O
고등학교 생명과학I	이길재외	상상아카데미	2013	125, 126, 156	제시문[다]	O
고등학교 생명과학I	박희송외	교학사	2015	168, 169	제시문[다]	O
고등학교 생명과학I	심규철외	비상교육	2015	167-169, 174	제시문[다]	O
고등학교 생명과학I	이준규외	천재	2015	116-118	제시문[다]	O
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2014	129	제시문[다]	O
고등학교 생명과학I	심규철외	비상교육	2013	209, 220, 230	제시문[라]	O
고등학교 생명과학I	이길재외	상상아카데미	2015	192, 200, 204-205	제시문[라]	O
고등학교 생명과학I	박희송외	교학사	2013	212, 218	제시문[라]	O
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2013	197, 201	제시문[라]	O
고등학교 생명과학I	이준규외	천재	2013	192, 193	제시문[라]	O
고등학교 생명과학I	심규철외	비상교육	2013	255-258	제시문[마]	O
고등학교 생명과학I	이길재외	상상아카데미	2015	226, 232-234	제시문[마]	O
고등학교 생명과학I	박희송외	교학사	2013	238-239	제시문[마]	O
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2013	220-228	제시문[마]	O
고등학교 생명과학I	이준규외	천재	2013	228-233	제시문[마]	O