

논술 시험 (자연계)

□ 답안작성 유의사항

- 가. 시험 시간은 100분이며, 답안은 반드시 과목별 지정 답안영역에 작성해야 합니다.
- 나. [수학1], [수학2]는 필수 문제이며, [물리학 I], [화학 I], [생명과학 I]의 3문제 중 1문제를 선택하여 응시해야 합니다. (총 3문제)
- 다. 과학문제 선택과목을 반드시 표기(마킹●)해야 합니다.
- 라. 답안은 지정된 작성영역 내에 작성해야 하며, 지정된 작성영역을 초과하여 작성한 부분에 대해서는 평가하지 않습니다.
- 마. 답안 작성영역에는 어떠한 경우에도 인적사항을 기재하면 안됩니다. 인적사항(성명, 서명 등) 또는 답안과 관계없는 표기를 하는 경우 결격처리 될 수 있습니다.
- 바. 흑색 필기구를 사용해야 합니다.(연필·샤프 사용가능, 답안작성 중 필기구 종류 또는 색상 변경 불가)
- 사. 답안 수정 시에는 취소선을 긋거나 지우개로 지워야 하며 수정액이나 수정테이프는 사용할 수 없습니다.
- 아. 답안지 전면 상단에 본인의 인적사항(모집단위, 수험번호, 성명 등)을 기재하고, 감독위원의 확인을 받아야 합니다.

논술 시험 (자연계)

[수학 1]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [수학1-i] ~ [수학1-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

좌표평면 위의 두 점 $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$ 를 이은 선분 AB를 $m:n$ ($m>0, n>0$)으로 내분하는 점 P의 좌표는 다음과 같다.

$$\left(\frac{mx_2 + nx_1}{m+n}, \frac{my_2 + ny_1}{m+n} \right) \quad (\text{단, } m \neq n)$$

<제시문2>

함수 $f(x)$ 에서 $x=a$ 를 포함하는 어떤 열린구간에 속하는 모든 x 에 대하여 $f(x) \leq f(a)$ 일 때, 함수 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극대라 하며, $f(a)$ 를 극댓값이라고 한다. 또, $x=a$ 를 포함하는 어떤 열린구간에 속하는 모든 x 에 대하여 $f(x) \geq f(a)$ 일 때, 함수 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극소라 하며, $f(a)$ 를 극솟값이라고 한다. 극댓값과 극솟값을 통틀어 극값이라고 한다.

<제시문3>

삼차함수 $f(x) = x^3 + ax^2 + bx$ 가 서로 다른 두 개의 극값을 $x=\alpha$ 와 $x=\beta$ 에서 가진다고 한다. 이때, 두 점 $A(\alpha, f(\alpha))$ 와 $B(\beta, f(\beta))$ 를 잇는 선분 AB를 고려한다. (단, a 와 b 는 정수이고, $\alpha < \beta$ 이다.)

[수학1-i] <제시문3>에서 직선 AB의 기울기 값이 $-\frac{2}{9}$ 보다 크기 위한 정수 a 와 b 가 존재하지 않음을 보이고, 그 이유를 논하시오. (10점)

[수학1-ii] <제시문3>에서 $-5 \leq a \leq 5$, $-5 \leq b \leq 5$ 일 때, 선분 AB가 x 축과 만나지 않도록 하는 순서쌍 (a, b) 를 모두 구하고, 그 이유를 논하시오. (10점)

[수학1-iii] <제시문3>에서 $-3 \leq a \leq 3$, $-3 \leq b \leq 3$ 일 때, 선분 AB를 삼등분하는 두 점을 C와 D라고 하자. 선분 CD가 y 축과 만나지 않도록 하는 순서쌍 (a, b) 의 개수를 구하고, 그 이유를 논하시오. (10점)

논술 시험 (자연계)

[수학 2]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [수학 2-i] ~ [수학 2-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

함수 $f(x)$ 가 $x=a$ 에서 미분가능할 때, 곡선 $y=f(x)$ 위의 점 $(a, f(a))$ 에서의 접선의 방정식은 다음과 같다.

$$y-f(a)=f'(a)(x-a)$$

<제시문2>

함수 $f(x)$ 가 미분가능하고 $f'(a)=0$ 일 때, $x=a$ 의 좌우에서 $f'(x)$ 의 부호가

(a) 양에서 음으로 바뀌면 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극대이고, 극댓값 $f(a)$ 를 갖는다.

(b) 음에서 양으로 바뀌면 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극소이다, 극솟값 $f(a)$ 를 갖는다.

<제시문3>

양의 정수 n 과 실수 a 에 대해 함수 $f(x)=a|x|^n-\frac{n-1}{4}$ 과 사차함수 $g(x)=x^4-x^2$ 을 정의한다.

[수학 2-i] <제시문 3>에서 $n=1$ 일 때, 두 곡선 $y=f(x)$ 와 $y=g(x)$ 가 만나는 서로 다른 점의 개수가 3개보다 많기 위한 실수 a 값의 범위를 구하고, 그 이유를 논하시오. (5점)

[수학 2-ii] <제시문 3>에서 $n=2$ 이고 $a=4$ 일 때, 두 개의 곡선 $y=f(x)$ 와 $4x+8y=1$ 에 의해 둘러싸인 도형의 내부와 둘레의 점들 중, x 좌표의 값이 음수인 점들의 집합을 S 라고 하자. 곡선 $y=f(x)$ 위의 점 $(c, f(c))$ $(0 < c < \frac{1}{4})$ 를 지나고 그 점에서의 접선에 수직인 직선이 집합 S 에 속하는 점 P 를 지날 때, 점 P 와 점 $Q(0, -\frac{1}{4})$ 를 지나는 직선의 기울기의 최댓값을 구하고, 그 이유를 논하시오. (15점)

[수학 2-iii] <제시문 3>에서 $n=3$ 이고 $a>0$ 일 때, 점 $P(0, -2)$ 에서 두 곡선 $y=f(x)$ 와 $y=g(x)$ 에 그린 4개의 접선의 접점을 생각하자. 이 4개의 접점과 점 P 를 모두 동시에 지나는 원이 존재할 때, 상수 a 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오. (10점)

논술 시험 (자연계)

[물리학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [물리학 I-i] ~ [물리학 I-ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

물체가 운동할 때 ‘질량(m) $\times$ 속도(v)’를 운동량(p)이라고 한다. 외부에서 힘이 작용하지 않을 때 충돌 전후에 물체들의 총운동량이 보존되는 것을 운동량 보존 법칙이라고 한다.

<제시문2>

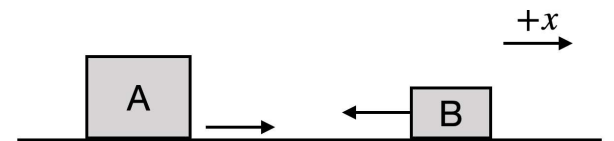
물체가 힘 F 를 시간 Δt 동안 받았을 때 물체가 받은 충격량(I)는 $I=F\Delta t$ 이다. 물체가 받은 충격량 I 는 물체의 운동량 변화량 Δp 와 같다.

<제시문3>

두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기 F 는 두 전하의 전하량의 곱에 비례하고, 두 전하 사이의 거리의 제곱에 반비례한다. 같은 종류의 전하 사이에는 밀어내는 방향으로 전기력이 작용하고, 다른 종류의 전하 사이에는 끌어당기는 방향으로 전기력이 작용한다.

[물리학 I-i]

오른쪽 그림과 같이 마찰이 없는 수평면 위에서 질량이 2 kg인 물체 A와 질량이 1 kg인 물체 B가 각각 30 m/s의 속력으로 마주보고 움직인다 정면으로 충돌한 후, 두 물체는 한 덩어리가 되어 운동한다. 충돌이 일어나기 시작한 순간부터 두 물체가 한 덩어리가 될 때까지 두 물체에 힘이 작용한 시간은 0.1 s이며, 이 과정에서 물체에는 각각 일정한 크기의 충격력이 가해졌다고 한다. 물체 A, B는 동일한 직선상에서 운동하며, 공기 저항은 무시한다. 그림과 같이 물체 A가 충돌 전 움직이는 방향이 양(+) x 방향이다.



(가) 충돌 후 두 물체가 한 덩어리가 되어 움직일 때, 두 물체의 속도의 크기와 방향을 구하고 그 근거를 설명하시오. (5점)

(나) 충돌 전후 물체 A, B의 운동량의 변화량 $\Delta p_A, \Delta p_B$ 를 각각 구하시오. (5점)

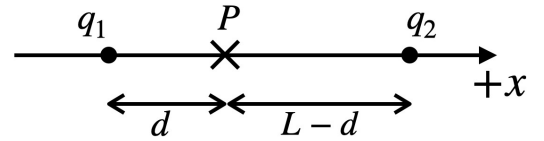
(다) 충격이 지속된 시간 0.1 s동안 각 물체 A, B에 가해진 충격력 F_A, F_B 를 각각 구하시오. (5점)

(라) 충격이 지속되는 동안 각 물체 A, B의 가속도 a_A, a_B 를 각각 구하시오. (5점)

논술 시험 (자연계)

[물리학 I - ii]

오른쪽 그림과 같이 전하량이 각각 q_1 , q_2 인 두 점전하를 x 축 상에 고정시켰다. 두 전하 사이의 거리는 L 이며 점 P 는 전하 q_1 으로부터 $+x$ 축 방향으로 거리 d 인 지점이다.



(가) q_1 은 양(+)전하, q_2 는 음(-)전하라고 가정하자. 점 P 에 양(+)전하를 놓았을 때, 이 전하에 작용하는 힘의 방향에 대해 설명하시오. (10점)

(나) q_1 , q_2 의 전하의 종류가 같다고 가정하자. 점 P 와 q_1 사이의 거리 d 를 바꿔가면서 P 에 놓인 양전하에 작용하는 x 축 방향의 힘을 측정했더니 $d = \frac{L}{4}$ 인 지점에서 그 힘이 0이 되었다. $\frac{q_2}{q_1}$ 의 값을 구하고, 그 근거를 제시하시오. (10점)

논술 시험 (자연계)

[화학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [화학 I - i] ~ [화학 I - v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식을 이용하여 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식을 통해 반응물과 생성물의 종류를 알 수 있고, 물질의 양, 분자수, 질량, 기체의 부피 등의 양적 관계를 파악할 수 있다.

<제시문2>

아보가드로 법칙에 의하면 모든 기체는 같은 온도와 압력에서 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있으며, 0°C, 1 기압에서 1 몰의 부피는 22.4 L이다.

<제시문3>

용액 100 g에 녹아 있는 용질의 질량(g)을 질량 퍼센트 농도라고 하며, 단위는 %를 사용한다.

<제시문4>

이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 강한 정전기적 인력으로 결합하고 있으므로 녹는점이 매우 높은 편이다. 이온 결합 물질의 녹는점은 이온의 전하량이 클수록, 이온 사이의 거리가 가까울수록 높다.

<제시문5>

수용액의 $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ 로 나타내며 $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ 로 나타낼 수 있다. 25°C에서 물의 자동 이온화 상수 K_w 는 1.0×10^{-14} 로 일정하므로 $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ 의 관계가 성립한다.

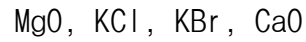
[화학 I - i] A 반응을 통해, 0°C, 1 기압에서 부피가 각각 56 L인 수소 기체와 산소 기체를 반응물로 사용하여 물을 얻었다. B 반응을 통해, 칼슘(Ca) 금속 0.8 g과 0°C, 1 기압에서 부피가 2.8 L인 염소 기체를 반응물로 사용하여 염화 칼슘을 얻었다. <제시문1> ~ <제시문3>을 참고하여 B 반응에서 생성된 염화 칼슘을 A 반응에서 생성된 물에 녹였을 때, 얻어진 수용액에 대해 염화 칼슘의 질량 퍼센트 농도가 얼마인지 구하고, 그 근거를 논하시오. (단, A 반응과 B 반응에서 생성된 물과 염화 칼슘은 각각 반응을 통해 얻을 수 있는 최대량이며, Ca, Cl, H, O의 원자량은 각각 40, 35.5, 1, 16이다.) (10점)

[화학 I - ii] Ca의 경우 자연계에서 6개의 동위원소 ^{40}Ca , ^{42}Ca , ^{43}Ca , ^{44}Ca , ^{46}Ca , ^{48}Ca 가 존재한다. 이들 6개의 동위 원소가 각각 1 몰 섞여 있는 시료가 있다. 이 시료의 중성자의 총 개수는 몇 몰인지 구하고, 그 근거를 논하시오. (단, Ca의 원자 번호는 20이다.) (6점)

논술 시험 (자연계)

[화학 I - iii] 염소(Cl) 동위 원소 ^{35}Cl 과 ^{37}Cl 이 각각 1 몰 섞여 있는 시료가 있다. 이 시료의 원자가 전자와 홀전자의 개수가 각각 몇 물인지 구하고, 그 근거를 논하시오. (단, Cl의 원자 번호는 17이다.) (6점)

[화학 I - iv] <제시문4>를 참고하여 다음 화합물들을 녹는점이 낮은 것에서 높아지는 순으로 배열하고, 그 근거를 논하시오. (8점)



[화학 I - v] <제시문5>를 참고하여 0.625 M의 KOH 수용액 400 mL와 1 M의 H_2SO_4 수용액 100 mL를 반응하여 얻어진 용액의 25°C에서의 pH를 구하고, 그 근거를 논하시오. (단, 반응 전과 후의 용액의 총 부피는 변화가 없다고 가정한다.) (10점)

논술 시험 (자연계)

[생명과학 I]

다음 <제시문 1> ~ <제시문 5>를 읽고 [생명과학 I - i] ~ [생명과학 I - iii]을 문항 별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문 1> 사람을 비롯한 많은 종류의 생물은 하나의 세포 안에 여러 개의 염색체를 가지고 있다. 염색체의 구성 물질 중에서 유전 물질은 핵산의 일종인 DNA이다. DNA에서 유전 정보가 저장된 부분을 유전자라고 하며, 하나의 DNA에는 많은 수의 유전자가 각각 정해진 위치에 존재한다.

<제시문 2> 핵상은 하나의 세포에 들어 있는 염색체의 상대적인 수를 뜻한다. 체세포처럼 모든 염색체가 두 개씩 상동 염색체를 이루고 있으면 핵상을 $2n$ 으로 표시하고, 생식세포처럼 염색체가 쌍을 이루고 있지 않으면 핵상을 n 으로 표시한다.

<제시문 3> 모양과 크기가 같은 1쌍의 염색체를 상동 염색체라고 한다. 남녀가 공통으로 가지는 염색체 쌍을 상염색체라고 하며, 성을 결정하는데 관여하는 염색체 쌍을 성염색체라고 한다. 상동 염색체의 같은 위치에는 하나의 형질을 결정하는 대립유전자가 있다. 대립유전자의 정보는 같을 수도 있고, 서로 다를 수도 있다.

<제시문 4> 모세포가 분열하여 세포가 형성된 순간부터 그 세포가 분열을 마칠 때까지의 기간을 세포 주기라고 한다. 세포 주기는 간기와 분열기로 구분된다. 분열기에 나타나는 응축된 염색체는 두 가닥으로 이루어져 있는데, 각 가닥을 염색 분체라고 한다. 분열기에 염색 분체가 분리되어 딸세포에 분배된다.

<제시문 5> 체세포 분열은 생물의 발생과 생장, 조직의 재생 등을 위하여 모세포와 동일한 DNA를 가진 2개의 딸세포를 형성하는 과정이다. 유성 생식을 하는 생물은 정자와 난자 같은 생식세포가 수정하여 자손을 만든다. 유성 생식을 하는 생물은 암수 생식세포를 형성하고 이들의 결합으로 자손을 만든다. 부모와 같은 양의 유전 물질을 갖기 위해서는 생식 세포를 만들 때에 유전 물질의 양을 절반으로 줄이는 과정이 필요한데, 이러한 과정은 감수 분열로 이루어진다.

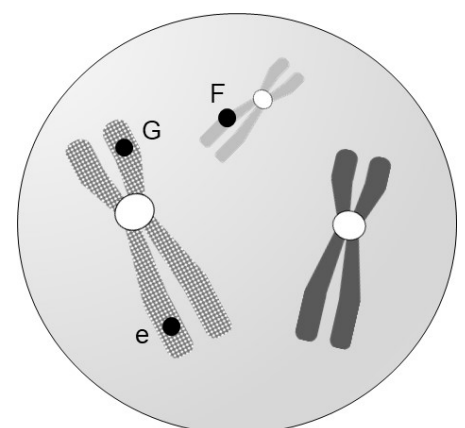
생명과학자인 성균이는 같은 종에 속하는 동물 (가)와 (나)의 유전 형질을 조사하였다. 그 결과 유전 형질 (a)는 대립유전자 3쌍(E와 e, F와 f, G와 g)에 의해서 결정됨을 발견하였다. 성균이는 (가)와 (나)의 세포 (ㄱ), (ㄴ), (ㄷ), (ㄹ)이 갖는 유전자 E, F, G의 DNA 양을 측정하여 그 결과를 <표 1>로 정리하였다.

<표 1>

유전자 \ 세포	(ㄱ)	(ㄴ)	(ㄷ)	(ㄹ)
E	14.4	28.8	0	0
F	14.4	14.4	7.2	14.4
G	14.4	14.4	0	14.4

성균이는 또한 세포 (ㄱ), (ㄴ), (ㄷ), (ㄹ) 중 하나의 세포를 대상으로 그 세포에 들어 있는 모든 상염색체와 유전자의 위치를 결정하여 그 결과를 <그림 1>로 정리하였다. 추가 실험을 통해 성균이는 세포 (ㄱ), (ㄴ), (ㄷ), (ㄹ) 중 2개는 동물 (가)의 세포이고 나머지 2개는 동물 (나)의 세포이며, 세포 (ㄴ)은 동물 (가)의 세포임을 밝혔다.

<그림 1>



논술 시험 (자연계)

아래 문제에서 모두 교차와 돌연변이는 고려하지 않는다. E, F, G 각각의 1개당 DNA 최소량은 7.2이다.

[생명과학 I - i] 세포 (ㄱ)은 동물 (가)와 (나) 중 어느 동물의 세포인지를 추론하고 그 근거를 논하시오. (10점)

[생명과학 I - ii] 동물 (가)의 생식세포 중 유전형질 (a)에 대한 가능한 유전자형을 모두 추론하고 그 근거를 논하시오. (20점)

[생명과학 I - iii] 세포 (ㄱ)의 염색체수는 세포 (ㄷ)의 염색체수에 비해 몇 배인지를 추론하고 그 근거를 논하시오. (10점)