2016학년도 경북대학교 논술(AAT) 모의고사

자연계열Ⅱ 문제지

시 험 시 간	100분	
지원학과(부)	학과(부, 전공)	감독위원 확인
고 교 명	고등학교	㊞
성 명		

감독관의 지시가 있기 전까지 표지를 넘기지 마시오.

< 수험생 유의 사항 >

※ **자연계열Ⅱ 문제지**와 **자연계열Ⅱ 답안지**가 맞는지 확인할 것

1. **문제지 및 답안지**에 지원학과(부, 전공), 고교명, 성명을 정확하게 기입할 것 [반드시 검정색 필기구(볼펜, 연필 등) 중 1가지를 계속 사용할 것]
2. **문제지는 6쪽**(수학 2쪽, 물리, 화학, 생명 과학, 지구 과학 각 1쪽)으로 구성되어 있으며, **답안지는 4쪽**(수학 2쪽, 선택과목 2쪽)으로 구성되어 있음
3. 과학영역(물리, 화학, 생명 과학, 지구 과학)에서 반드시 2개의 과목을 선택하여, 답안지의 해당란에 ● 표기하고 선택한 과목명을 기재하여야 함
4. **답안지**에 주어진 물음 번호에 맞추어 답안을 작성하되, 반드시 주어진 테두리 안에 답안을 작성할 것(테두리를 벗어난 부분은 채점 대상에서 제외함)
5. 답안의 작성은 반드시 검정색 필기구(볼펜, 연필 등) 중 1가지를 계속 사용할 것
6. 답안을 수정할 경우 지우개를 사용하거나 두 줄을 긋고 다시 작성하여야 함
7. **답안지**에 자신의 신원을 드러내거나 문제와 관계없는 내용을 기록할 경우에는 '0'점 처리함
8. 연습지가 필요한 경우 **문제지의 빈 공간**을 사용할 수 있음

수학(문제 1)

【제시문 1】

구간 I에서 정의된 함수 $f: I \to R$에 대하여 아래의 조건들을 생각해보자.

(조건 1) 임의의 실수 x, $y \in I$와 임의의 $\alpha \in [0,1]$에 대하여 $f((1-\alpha)x+\alpha y) \le (1-\alpha)f(x)+\alpha f(y)$이다.

(조건 2) 임의의 실수 x, $y \in I$와 임의의 $\alpha \in [0,1]$에 대하여 $f((1-\alpha)x+\alpha y) \ge (1-\alpha)f(x)+\alpha f(y)$이다.

(조건 3) 임의의 실수 x, $y \in I$와 $\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_n=1$을 만족하는 임의의 $\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_n \ge 0$에 대하여 $f(\alpha_1 x_1+\ldots+\alpha_n x_n) \le \alpha_1 f(x_1)+\ldots+\alpha_n f(x_n)$이다.

함수 $f: I \to R$가 (조건 1)을 만족할 때 함수 f를 I에서의 볼록함수라고 하고, 함수 $f: I \to R$가 (조건 2)을 만족할 때 함수 f를 I에서의 오목함수라고 한다.

볼록함수 $f: I \to R$에 대하여 아래의 두 명제는 참인 명제들임이 알려져 있다.

(명제 1) 구간 I에서 정의된 이계 미분가능인 함수 $f: I \to R$가 모든 $x \in I$에 대하여 $f''(x) \ge 0$이면, 함수 f는 I에서의 볼록함수이다.

(명제 2) 함수 $f: I \to R$가 볼록함수이면, 항상 (조건 3)을 만족한다.

【제시문 2】

양수 $x_1,x_2,\ldots,x_n$에 대하여 $AM=\dfrac{x_1+x_2+\ldots+x_n}{n}$,

$GM=\sqrt[n]{x_1x_2\ldots x_n}$라 두면, 항상 $AM \ge GM$ 이다.

이때, AM을 양수 $x_1,x_2,\ldots,x_n$의 산술평균, GM을 양수 $x_1,x_2,\ldots,x_n$의 기하평균이라고 부른다.

【물음 1】

【제시문 1】을 사용하여, 아래와 같이 정의 된 세 함수 모두 볼록함수임을 보여라. (25점)

$f:(0,\infty) \to R,\ f(x)=-\ln x$

$g:(0,\pi) \to R,\ g(x)=-\sin x$

$h:(0,\pi) \to R,\ h(x)=-\ln(\sin x)$

【물음 2】

수학적 귀납법을 이용하여【제시문 1】의 (명제 2)가 참인 명제임을 증명하고자한다.

함수 $f: I \to R$가 볼록함수이라고 가정하자.
모든 자연수 n에 대하여 (조건 3)이 만족함을 보일 것이다.

먼저, $n=1$인 경우에는 $\alpha_1=1$이므로,
$f(\alpha_1 x_1)=f(x_1) \le f(x_1) \le \alpha_1 f(x_1)$이다.
$n=2$인 경우에는 (조건 1)과 (조건 3)은 같은 조건이다. 그런데 함수 f가 볼록함수이므로 (조건 1)을 만족한다. 따라서 (조건 3)을 만족한다.

이제, (조건 3)이 $n=k$일 때 만족한다고 가정하고, $n=k+1$일 때 만족함을 밝혀보자.
실수 x, $y \in I$라 하고, 임의의 $\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_{k+1} \ge 0$에 대하여 $\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_{k+1}=1$을 만족한다고 가정하자.
만약 $\alpha_{k+1}=0$이면, $n=k$일 때 만족한다고 가정하였으므로, (조건 3)은 $n=k+1$일 때 만족한다. 또한, 만약 $\alpha_{k+1}=1$이면, $\alpha_1=\ldots=\alpha_k=0$이므로, (조건 3)은 항상 만족한다.
이제, $0<\alpha_{k+1}<1$인 경우에, 아래 부등식 (*)가 만족하면, 수학적 귀납법에 의하여 모든 자연수 n에 대하여 (조건 3)이 만족하고, (명제 2)가 참 명제임을 증명하게 된다.

$$f\left(\sum_{i=1}^{k+1}\alpha_i x_i\right) \leqq \sum_{i=1}^{k+1}\alpha_i f(x_i) \qquad (*)$$

위의 증명과정에서 부등식 (*)를 증명하시오. (25점)

【물음 3】

【물음 1】과【제시문 1】을 사용하여, 【제시문 2】의 산술평균과 기하평균의 부등식을 증명하시오. (25점)

【물음 4】

α,β,γ를 삼각형 $\triangle ABC$의 세 내각이라고 할 때,
【제시문 1】과 【제시문 2】를 사용하여 아래의 부등식을 증명하시오. (25점)

$$\sin\alpha\sin\beta\sin\gamma \le \frac{3\sqrt{3}}{8}$$

수학(문제 2)

【제시문 1】

미분가능 함수 $f(x)$의 $x=z$에서의 미분계수 $f'(z)$는 함수 $f(x)$의 그래프 위의 점 $(z,f(z))$를 지나는 접선의 기울기를 나타낸다.

【제시문 2】

미분가능함수 $f(x)$의 그래프 위의 임의의 두 점 $(x_1,f(x_1))$, $(x_2,f(x_2))$를 연결한 직선이 구간 $[x_1,x_2]$ 에서 곡선의 그래프 보다 위쪽에 있으면 아래로 볼록하다고 한다.

【제시문 3】

실수 전체의 집합 R에서 정의된 함수 $f(x)$가 모든 x에 대하여 $f(x)=f(-x)$를 만족하면 함수 $f(x)$를 우함수, $f(x)=-f(-x)$를 만족하면 함수 $f(x)$를 기함수라고 한다.

【물음 1】

실수 전체의 집합 R 에서 정의된 아래로 볼록한 미분가능 함수 $f(x)$가 다음과 같은 조건을 만족한다고 한다.

(조건 1) 양의 실수 $x>0$에 대하여

$$\int_{-x}^{x}(f(x+1)-f(t+1))dt=ax(f(x+1)-a)$$

를 만족한다. 단 a는 $1<a<2$를 만족하는 상수이다.

(조건 2) 모든 $x<y$에 대하여 $\dfrac{f(x)-f(y)}{x-y}=f'(\dfrac{x+y}{2})$를 만족한다.

(조건 3) 함수 $f(x)$는 $f(2)=2a$, $f'(1)=0$의 값을 가진다.

(조건 1), (조건 2), (조건 3)을 만족하는 함수 $f(x)$에 대하여 다음 물음에 답하시오.

(1) $g(x)=f(x+1)$라고 정의하자. 이때 함수 $g(x)$가 우함수임을 보이시오. (10점)

(2) 위의 (1)을 이용하여 $(2-a)xf'(x+1)=a(f(x+1)-a)$가 성립함을 보이시오. (20점)

(3) 함수 $f(x)$의 그래프 위의 점 $(\frac{3}{2},f(\frac{3}{2}))$를 지나는 접선이 x축과 이루는 각을 θ라 할 때 $\cos\theta$의 값을 구하시오. (20점)

(4) 위의 (3)을 이용하여 함수 $f(x)$위의 그래프 위의 세 점 $(1,a)$, $(\frac{3}{2},f(\frac{3}{2}))$, $(2,2a)$에 의하여 결정되는 삼각형의 면적을 구하시오. (20점)

【물음 2】

아래로 볼록한 미분가능 함수 $f(x)$가 다음과 같은 조건을 만족한다고 한다.

(조건 1) 함수 $f(x)$는 우함수이다.

(조건 2) 임의의 구간 $[x_1,x_2]$에서 함수 $f(x)$의 그래프 위의 세 점 $A(x_1,f(x_1))$, $B(\frac{x_1+x_2}{2},f(\frac{x_1+x_2}{2}))$, $C(x_2,f(x_2))$로 이루어진 $\triangle ABC$의 면적과 두 점 $A(x_1,f(x_1))$, $C(x_2,f(x_2))$를 지나는 직선의 아래쪽과 함수 $f(x)$의 그래프 위쪽으로 둘러싸인 부분의 면적의 비가 항상 $1:a$라고 한다. 단, a는 $1<a<2$를 만족하는 구간선택에 무관계한 상수이다.

(조건 3) 함수 $f(x)$는 $f(0)=0$, $f(1)=a$ 의 값을 가진다.

1) $t>0$일 때, 다음 $\boxed{}$ 안을 채워 넣으시오. (15점)

$$\int_{-t}^{t}(f(t)-f(x))dx=\boxed{}\,f(t).$$

(2) $\displaystyle\int_0^1 f(x)dx$의 값을 a로 나타내시오. (15점)

물리

【제시문 1】

두 개 이상의 파동이 중첩되면 진폭이 변하는데, 이것을 파동의 간섭이라고 한다. 중첩되는 파동 변위의 방향이 같아서 합성파의 변위가 커지는 것을 보강간섭이라고 하고, 중첩되는 파동 변위가 반대이어서 합성파의 변위가 줄어드는 것을 상쇄간섭이라고 한다. 동일한 매질에서 같은 진폭, 진동수, 파장을 가지면서 서로 반대 방향으로 진행하는 파동이 중첩되면 진동하는 부분 (배: antinode)과 진동하지 않는 부분 (마디: node)이 생기는 때가 있다. 이때 만들어진 합성파는 어느 방향으로도 진행하지 않는 것처럼 보이는데, 이러한 파동을 정상파(standing wave)라고 한다.

【제시문 2】

그림 (가)와 같이 양쪽 끝이 열린 수직관이 물에 일부 잠겨있고, 소리굽쇠를 관 위쪽에 설치한다. 비록 관의 밑 부분이 열려 물이 들어오도록 되어 있더라도 물의 표면은 벽으로 작용하기 때문에 이 공기관은 한쪽 끝이 닫힌 관으로 취급할 수 있다. 소리굽쇠에 의해 만들어진 음파는 수직관 내에 있는 물의 표면에서 반사될 것이므로, 공기기둥의 길이 L이 공명 진동수들 중 하나에 해당할 때 강해진다. 수직관에 물이 가득찬 상태에서 수위를 점점 낮추어 나가다가, 첫 번째로 수직관으로부터 갑자기 큰 소리가 들리면 그때의 공기기둥 길이 L_1을 측정하고[그림 (나) 참조], 수위를 다시 낮추다가 두 번째로 큰소리가 들릴 때 공기기둥의 길이 L_2를 측정하였다[그림 (다) 참조]. 이를 기주공명 실험이라고 한다.

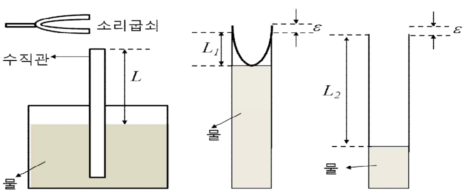


그림 (가)　　그림 (나)　　그림 (다)

수직관의 열린 끝에 있는 공기들은 자유로이 운동할 수 있기 때문에 실제로 정상파의 배(antinode)는 열린 끝에서 작은 거리 ϵ만큼 벗어난다. 이 거리를 개구단 보정 (end correction) 이라 부른다. 제시된 그림 (나)와 그림 (다)에 해당하는 상황을 각각 수식으로 표현하면 아래와 같다.

$$L_1 + \epsilon = C_1 \lambda \ \cdots\cdots \ (1), \qquad L_2 + \epsilon = C_2 \lambda \ \cdots\cdots \ (2)$$

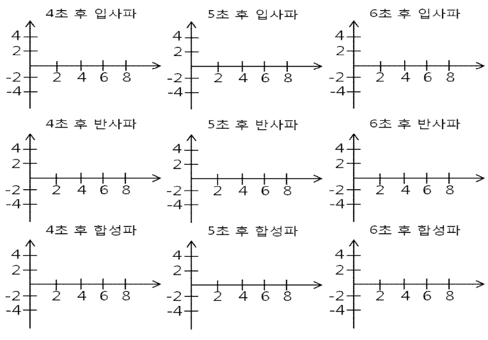
이 실험을 하였던 온도 (20℃)에서 소리굽쇠에 의해 만들어진 음파의 속력은 공기 중에서 $v_{air} \approx 343\,m/s$이며,
물에서는 $v_{water} \approx 1490\,m/s$ 이다.

【제시문 3】

양쪽 끝이 고정된 길이 L인 줄에서 양쪽 끝으로 입사되고 반사되는 파동이 계속되면 연속적인 중첩으로 줄에 정상파가 생성된다. 줄의 양쪽 끝은 고정되어 있기 때문에 양쪽 끝에서 변위가 0이 되어야 하는 파동에 대한 경계조건(boundary condition)을 가지고 있다. 이런 경계조건은 줄에 수많은 불연속적인 고유 진동 모양을 생기도록 하며, 이들을 배진동(normal modes)라고 부른다. 특정 진동수의 진동만이 허용되는 이러한 상황을 양자화(quantization)라고 한다.
원자의 에너지 준위도 같은 개념으로 이해할 수 있다. 보어(Bohr)는 전자가 원자핵 주위에 아무 곳이나 존재하지 않고 특정한 에너지를 가진 궤도에만 돌고 있다는 원자모형을 제시하였다. 원자핵에서 가장 가까운 것부터 n=1, n=2, n=3,...인 궤도라 부르며, n의 값을 양자수라고 한다. 전자가 특정궤도에서만 존재하기 때문에 양자수와 관련된 불연속적인 특정 에너지 값만을 갖게 되는데 이것을 에너지 양자화라고 한다. 양자수 n=1인 가장 낮은 에너지 상태를 바닥상태라고 상하며 n=1보다 큰 경우를 들뜬 상태라고 한다. 수소원자의 경우 안정한 상태의 n번째 궤도에 있는 전자의 에너지 준위는
$E_n = -13.6(\frac{1}{n^2})$ [단위 : eV]으로 n의 값에 따라 양자화 된다.
원자가 에너지를 흡수하거나 방출하면 원자핵 주위를 운동하고 있는 전자의 에너지 준위가 바뀌는데, 이렇게 전자의 에너지 준위가 바뀌는 것을 전이(transition)라 한다. 전자가 전이될 때 에너지 차이에 해당하는 빛(광자)이 방출되거나 흡수된다. 전자가 전이될 때 흡수되거나 방출되는 광자 한 개의 에너지는 에너지 보존식으로 부터
$\triangle E = E_f - E_i \ = hf \ = h\frac{c}{\lambda} = \frac{1241}{\lambda(nm)}$ [단위 : eV]로 주어진다.
단, f는 진동수, h는 플랑크 상수이다.
보어는 수소에 대한 그의 모형을 전자가 한 개 빠져나간 핵의 전하량이 그리 크지 않는 다른 원소들로 확장하였다. 즉, 핵의 전하량이 좀 더 큰 것을 제외하고는 수소원자와 동일한 구조를 갖고 있는 계를 생각해 보았다. 이온화된 원소들은 한 개 또는 여러 개의 전자를 떼어 낼 수 있을 만큼의 에너지를 갖는 뜨거운 별 주위에 존재한다고 생각했다. 고정된 원자 핵(전하량$+Ze$)을 돌고 있는 한 개의 전자를 기술하는 보어의 모델은 $E_n = -13.6Z^2(\frac{1}{n^2})$ [단위 : eV]로 표현될 수 있다. 여기서 Z는 원자번호이다.

【물음 1】

파장이 4cm이고 진폭이 2cm인 사인파(사인함수 모양의 파동)가 오른쪽에서 왼쪽으로 벽을 향해 1cm/s의 속력으로 진행하고 있다. [제시문 1]에 근거하여, 이 사인파가 x=0의 위치에 있는 벽에 처음 부딪히고 4초 후에 입사파, 반사파의 모양을 각각 그리고, 이 둘이 중첩되어 생긴 합성파의 모양도 그림으로 나타내시오. 그리고 벽에 처음 부딪히고 5초 후와 6초 후의 입사파, 반사파, 합성파의 모양도 각각 그림으로 나타내시오. 답지에 아래와 같이 축을 순서대로 잘 정렬하여 그린 후 그래프를 작성하시오. 수평축은 벽에서의 거리이고 수직축은 변위를 나타낸다. (20점)



【물음 2】

기주공명 실험을 하여 측정값으로 $L_1 = 0.25\,m$, $L_2 = 0.80\,m$을 얻었다.【제시문 1】과【제시문 2】에 근거하여, 방정식 (1)과 (2)의 C_1 및 C_2의 값을 결정하시오. 그리고 소리굽쇠에 의해 발생한 음파가 물속으로 전달될 경우, 물속에서 전달되는 음파의 파장을 계산하시오. (40점)

【물음 3】

【제시문 3】에 근거하여 풀이과정을 보이면서 다음 물음에 답하시오. 어떤 이온(원자번호 Z)의 발머계열에서 파장이 가장 긴 선 스펙트럼과 라이만 계열에서 파장이 가장 긴 선 스펙트럼의 파장 차이가 16.58nm 이었다면, 이 이온은 원자번호가 얼마인 무슨 원소의 이온이라고 할 수 있겠는가? (40점)

화학

【제시문 1】

원자 반지름은 주기적 성질을 가지고 있으며 전자껍질의 수와 가장 바깥 전자껍질에 존재하는 전자가 느끼는 유효 핵전하에 영향을 받는다. 같은 족에서 원자 번호가 증가할수록 전자껍질의 수가 증가하고 이로 인하여 핵과 바깥 껍질의 전자 사이가 멀어지므로 원자 반지름이 증가한다. 같은 주기에서 원자 번호가 증가함에 따라 핵의 전하가 증가하지만 전자껍질의 수가 같고 유효 핵전하가 증가하므로 원자 반지름이 감소하는 경향이 있다. 이온 반지름의 경우 원자가 전자를 잃거나 얻어서 양이온이나 음이온이 되면 각 이온의 반지름은 원자 반지름의 크기와 다르다. 양이온의 경우 원자가 전자가 떨어져 나가면서 전자껍질의 수가 감소하기 때문에 중성 원자보다 이온 반지름이 감소한다. 음이온의 경우 중성 원자에 비해 핵전하는 같고 전자 수가 증가하기 때문에 전자 사이의 반발이 커져 이온반지름이 중성 원자보다 증가한다.

【제시문 2】

원자들이 전자를 서로 주고 받거나 혹은 공유하면서 화학결합이 형성되는데, 이때 원자들은 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이루게 된다. 이렇게 형성된 화합물은 안정해지려고 한다. 금속 원소는 전자를 잃고 양이온이 되려는 경향이 있고, 비금속 원소는 전자를 얻어 음이온이 되려는 경향이 있다. 양이온과 음이온은 인력과 반발력이 같아져서 에너지가 가장 낮아지는 거리에서 가장 안정한 상태가 되며, 이러한 양이온과 음이온 사이의 전기적인 결합을 이온 결합이라고 한다. 안정한 이온 결합 물질의 경우 양이온과 음이온의 전하량이 클수록, 양이온과 음이온의 거리가 짧을수록 정전기적 인력은 커진다. 그리하여 이온 결합 물질의 녹는점과 끓는점은 높아진다.

【제시문 3】

전기 전도성은 전기를 통하게 할 수 있는 이온의 개수와 관계가 있으며, 일반적으로 이온 개수가 많아질수록 전기가 잘 통한다. 이온 결합 물질은 주로 상온에서 고체 결정을 형성하고 있으며 양이온과 음이온이 규칙적으로 배열된 구조를 이루고 있다. 고체 상태의 이온 결합 물질은 모든 이온이 고정된 위치에서 진동만 하고 있어 양이온과 음이온이 자유롭게 이동할 수 없다. 따라서 이온 결합 물질이 고체 상태를 유지하고 있으면 전기 전도성을 나타내지 않는다. 그러나 이온 결합 물질이 액체 상태가 되거나 수용액 상태가 되면 양이온과 음이온이 자유롭게 이동할 수 있으므로 전기 전도성이 생기게 된다. 특히, 수용액의 경우는 양이온과 음이온의 주위를 물분자가 둘러싸게 됨으로써 용해가 일어나는데, 이 상태를 수화되었다고 한다. 이러한 수화는 이온과 물분자의 쌍극자 사이의 상호작용하는 힘 때문에 일어난다.

【물음 1】

이온 결합성 물질인 NaF, NaCl, MgO, KCl에 대하여 결합길이가 짧은 것부터 결합길이가 길어지는 순서대로 나열하고, 【제시문 1】, 【제시문 2】을 근거로 설명하시오. (30점)

【물음 2】

이온 결합성 물질인 NaF, NaCl, KCl은 상온에서 모두 고체 상태이다. 위의 3가지 물질이 섞여 있는 혼합물을 상온에서 가열하기 시작하였다. 이 혼합물이 완전히 용융될 때까지 온도를 계속 올려주었을 때, 온도에 따른 전기 전도도가 어떻게 변화되는지 가로축은 온도, 세로축은 전기 전도도로 표시된 그래프로 개형을 나타내고 【제시문 2】, 【제시문 3】을 근거로 각 구간에 대하여 설명하시오. (40점)

【물음 3】

LiF와 LiCl은 알칼리 금속 양이온과 할로젠 음이온으로 각각 형성된 이온 결합성 물질이다. 두 물질은 이온 결합성 물질이지만 물에 대한 용해도는 상당한 차이가 있다. 이와 같이 용해도의 차이가 있는 이유를 【제시문 1】, 【제시문 2】, 【제시문 3】을 근거로 설명하시오. (30점)

생명과학

【제시문 1】

무기 염류(나트륨, 칼슘, 칼륨, 염소 등)는 에너지원으로 사용되지 않으나 다양한 체내의 생리 작용에 관여하며, 이들의 양은 오줌과 땀의 배출을 통해서 조절된다. 사람의 몸에는 혈액, 조직액, 림프액이 있으며 이들을 합하여 체액이라고 한다. 모든 체액의 무기 염류 농도는 0.9%를 유지하고 있다. 혈장은 혈구세포를 제외한 혈액성분으로서, 혈액의 약 55%를 차지한다. 혈장성분은 물(약 90%), 혈장 단백질(7-8%), 무기 염류, 영양소, 호르몬, 이산화탄소, 노폐물 등으로 이루어져 있다. 모세 혈관을 흐르는 혈액 성분 중에서 혈장의 일부가 조직의 세포 사이로 빠져 나온 것을 조직액이라고 하며, 이것은 산소와 영양소 그리고 노폐물이 확산되는 매질로 작용한다. 조직으로 빠져나간 대부분의 혈장은 다시 모세 혈관을 통하여 소정맥으로 유입된다. 그러나 조직액의 일부는 모세혈관으로 유입되지 못하고 림프관을 통해 정맥으로 이동하게 되는데, 이것을 림프액이라고 한다.

【제시문 2】

혈압은 혈관 내벽에 작용하는 혈액의 압력을 말하며, 혈압의 높낮이는 심장 박출량과 혈액량 등에 의해 결정된다. 즉 혈류량이 증가할 수록 혈압은 높아진다. 동맥은 심장에서 온 몸으로 혈액을 수송하는 혈관이고, 정맥은 온몸으로부터 심장으로 혈액을 수송하는 혈관이다. 혈압은 심장에서 멀어질수록 낮아진다. 모세혈관은 소동맥과 소정맥을 이어주는 그물 모양의 아주 가는 혈관이며, 이곳에서의 혈압은 매우 낮아서 거의 0에 가깝고 혈류속도는 매우 느리다. 따라서 상대적으로 혈압이 높은 소동맥내의 일부 혈장은 모세 혈관을 지나면서 조직액으로 빠져 나가게 된다. 한편, 조직액의 일부는 소정맥과 림프액으로 이동함으로써 체액의 균형이 유지된다.

【제시문 3】

삼투현상이란 세포막과 같은 반투과성 막을 사이에 두고, 농도가 다른 용액이 있을 때, 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 용매(일반적으로 물)가 이동하는 현상을 말한다. 이때 발생하는 압력을 삼투압이라고 한다. 체액의 삼투압이 너무 높거나 낮으면 세포의 기능에 심각한 이상이 생기기 때문에 우리 몸의 체액은 일정한 삼투압을 유지해야 한다. 무기 염류의 일종인 나트륨 이온은 체액의 삼투압을 일정하게 유지시킴으로써 노폐물을 내보내는 신진대사를 촉진하는 역할을 한다. 따라서 적당한 양의 소금을 섭취하는 것은 생명을 유지하는데 필수적이다. 하지만 지속적인 소금의 과잉 섭취는 고혈압을 유발하고, 심장병과 뇌졸중의 위험을 증가시킨다. 한편, 혈장 단백질의 대부분을 차지하고 있는 알부민도 혈액의 삼투압을 일정한 수준으로 유지하는 역할을 수행한다.

【제시문 4】

콩팥의 구조적, 기능적 단위인 네프론은 모세혈관인 사구체와 그것을 둘러싸고 있는 보먼주머니, 그리고 세뇨관으로 구성된다. 오줌의 생성과정은 다음과 같다. ⑴여과: 콩팥 동맥 속의 혈액이 사구체를 지날 때 혈액내의 물, 포도당, 아미노산, 무기염류, 독성물질인 요소 및 질산염 등과 같은 분자량이 작은 물질들이 보먼주머니로 빠져나가서 원뇨를 형성한다. ⑵재흡수: 원뇨가 세뇨관을 통과할 때 물, 포도당, 아미노산 등이 세뇨관 주변의 모세혈관으로 다시 흡수된다. ⑶분비: 사구체에서 여과되지 않고 남아 있는 노폐물들은 모세 혈관에서 세뇨관내로 분비된다. 결국, 세뇨관을 지난 오줌은 집합관을 거쳐 방광에 모였다가 요도를 통해 몸 밖으로 배출된다. 우리 몸에 수분이 부족하게 되면 갈증을 느끼게 되고, 뇌하수체 후엽은 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비를 증가시킨다. 이 ADH는 집합관에서 수분의 재흡수를 촉진함으로써 오줌의 양을 줄이고, 혈액의 삼투압을 감소시킨다. 이와는 반대로 물이나 알코올의 지나친 섭취는 ADH 분비를 억제한다.

【물음 1】

(1) 음식을 짜게 먹을 경우,

(가) 갈증이 나는 이유

(나) 콩팥의 기능과 연계하여 배출되는 오줌의 양적 변화과정

(다) 혈액의 삼투압 및 혈압의 변화과정

을【제시문】에 근거하여 논리정연하게 설명하시오. (10점)

(2) 최근 네팔에서는 대지진으로 인해 8일간 건물잔해에 갇힌 후 극적으로 구출된 사람들이 있었다. 그러나 이와 같이 오랫동안 심한 탈수를 겪은 후, 급작스럽고 과도하게 수분을 섭취할 경우 생명이 위태로워질 수 있다, 그 이유를【제시문】에 근거하여 논리정연하게 설명하시오. (10점)

(3) 술을 너무 많이 마셨을 때 체액의 수분조절과 관련하여 발생할 수 있는 증상을 【제시문】에 근거하여 논리정연하게 설명하시오. (10점)

【물음 2】

(1) 아프리카에 사는 수백만 명의 어린이들은 단백질 섭취 부족으로 인하여 심각한 단백질 결핍성 소아영양 실조증을 앓고 있고, 이로 인해 배가 눈에 띄게 부풀어 오르는 부종을 겪고 있다. 단백질 결핍성 소아영양 실조증이 부종을 유발하는 이유에 대해서【제시문】에 근거하여 논리정연하게 설명하시오. (10점)

(2) 몸의 일부 조직이 외상으로 인하여 손상되면 손상부위가 부어오르게 되는데 그 이유를【제시문】에 근거하여 논리정연하게 설명하시오. (10점)

【물음 3】

여름철에는 입도 텁텁하고, 목도 바짝바짝 마르는 갈증에 힘들어하는 사람들이 많다. (1) 시원한 아이스크림도 먹어보고, (2) 새콤달콤하며 톡 쏘는 맛의 시원한 탄산음료를 마셔도 갈증이 해소되지 않을 뿐아니라 오히려 심해진다. 그 이유를【제시문】에 근거하여 논리정연하게 설명하시오. (10점)

【물음 4】

소변검사를 한 결과, 오줌에서 적혈구와 단백질 수치가 높게 나왔다.

(1) 이런 결과가 나올 수 있는 병적인 이유 (10점)

(2) 몸에서 나타날 수 있는 증상 (30점)

에 대해서 【제시문】에 근거하여 논리정연하게 설명하시오.

지구과학

【제시문 1】

지구상에서 화산 분출 역학을 지배하는 동일한 법칙이 다른 지구형 행성에도 적용된다. 단지 외계 화산 활동에 영향을 미치는 변수 값이 우리 지구의 그것과 다를 수 있다. 용암류와 기체가 방출되는 방식이나 화산 생성물의 분포 양식이 행성에 따라 다르게 관찰된다면 변수 값의 다른 정도가 그 차이를 만들었다고 해야 한다. 예를 들어, 마그마가 행성 표면에 도달하여 용암류를 형성하기 시작하면 용암의 흐름은 중력에 의해 결정된다. 사면을 덮고 있는 용암체가 흐르려면 반드시 초과해야 하는 임계 두께 (h)는

$$h = \frac{A}{g \times \tan\alpha}$$

이다. 여기에서 g는 행성의 표면 중력이고 A와 α는 각각 용암의 특성에 관계된 상수와 수평으로부터의 경사각이다. 따라서 지구와 화성에서 현무암질 마그마의 용암이 비슷한 경사면 위에 분출되었다면 어느 쪽에서 용암이 더 두꺼울 것인지 상상할 수 있다. 왜냐하면 수성과 화성에서 표면 중력은 지구 중력의 1/3 밖에 되지 않기 때문이다.

【제시문 2】

태양계의 모든 행성에 대기가 있는 것은 아니며, 행성마다 대기의 주요 구성 성분과 그 양에는 차이가 있다. 대기의 양을 결정하는 가장 중요한 요소는 행성의 중력이다. 행성의 중력이 크다면, 대기를 구성하는 기체 분자가 행성을 탈출하기 어렵기 때문에 많은 양의 대기가 남아있을 것이다. 반면 행성의 중력이 작다면, 비록 행성 생성 초창기에는 대기가 형성되었더라도 시간이 지남에 따라 기체 분자들이 서서히 우주공간으로 빠져나가 현재에는 대기가 거의 남아있지 않을 것이다. 어떤 물체가 별도의 추진력 없이 행성의 중력을 이기고 행성을 벗어나기 위해 필요한 최소 속도를 탈출속도라 정의한다. 탈출속도는 행성의 질량과 반지름에 의해 정해지는 값으로, 행성의 질량 M, 반지름 R과 탈출속도 v_{esc}의 관계는 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad (G\text{는 중력상수})$$

일반적으로 기체 입자의 평균 속력이 탈출속도의 10%를 넘을 경우, 수억 년 이내에 해당 기체는 행성의 대기에 남아있지 못하게 된다고 알려져 있다. 기체분자의 속력은 기체의 종류에 따라 다른데, 수소, 헬륨 등 질량이 작은 분자의 속력이 이산화탄소 등 질량이 큰 분자의 속력보다 빠르다. 이 점을 고려하면 태양계 생성 당시 가장 흔한 원소가 수소였음에도 불구하고 현재 지구를 비롯한 지구형 행성의 대기에 수소, 헬륨 성분이 존재하지 않는 이유를 설명할 수 있다. 예를 들어 화성의 경우, 현재 화성의 대기를 구성하는 성분의 95% 이상은 이산화탄소이다. 태양계 생성 초기에는 화성의 대기에도 수소, 헬륨 성분들이 있었겠지만 이들 분자의 속력이 빨라서 화성의 중력을 이겨내고 우주공간으로 탈출했기 때문에 화성 대기에는 상대적으로 질량이 무거운 분자가 남게 되었을 것이다.

【물음 1】

지구보다 크기가 작은 화성에는 태양계 최대의 화산인 올림푸스 화산이 있다. 지름이 대략 2500km나 되고 높이가 24km가 넘는 화산이 화성에 존재할 수 있음을 【제시문 1】에 근거하여 설명하시오. (30점)

【물음 2】

화성의 질량은 지구의 1/10, 화성의 반지름은 지구의 1/2이다. 대기가 없다고 가정할 때 화성과 지구에서 수증기의 평균 속력은 큰 차이가 없다. 지구 표면에서 수증기의 평균 속력은 약 700m/s이며, 지구의 탈출속도는 약 11km/s이다.【제시문 2】를 참조하여 화성 대기에 수증기가 남아있을지 여부를 판단하시오. (30점)

【물음 3】

목성은 태양계에서 가장 큰 행성이고, 따라서 중력 또한 가장 크다. 화성의 대기 조성과 달리 목성의 대기는 약 90%가 수소, 10%가 헬륨으로 이루어져 있다. 화성과 목성의 대기 구성 성분이 다른 이유를 【제시문 2】에 근거하여 설명하시오. (40점)

2016학년도 경북대학교 논술(AAT)
모의고사 자연계열Ⅱ 모범답안 및 채점기준

수학

<문제 1>

[물음 1] (25점)

❍ **모범답안:** [1] $f:(0,\infty)\to R,\ f(x)=-\ln x$인 경우

$$f'(x)=-\frac{1}{x},\quad \forall x\in(0,\infty)$$

$f''(x)=\frac{1}{x^2},\quad \forall x\in(0,\infty)$이므로 $f''(x)\ge 0,\quad \forall x\in(0,\infty)$이다.

따라서, (명제 1)에 의하여 $f(x)$는 $(0,\infty)$에서 볼록함수이다.

[2] $g:(0,\pi)\to R,\ g(x)=-\sin x$ 인 경우

$g'(x)=-\cos x,\quad \forall x\in(0,\pi)$

$g''(x)=\sin x,\quad \forall x\in(0,\pi)$이므로 $g''(x)\ge 0,\quad \forall x\in(0,\pi)$이다.

따라서, (명제 1)에 의하여 $g(x)$는 $(0,\pi)$에서 볼록함수이다.

[3] $h:(0,\pi)\to R,\ h(x)=-\ln(\sin x)$인 경우

$$h'(x)=-\frac{\cos x}{\sin x},\quad \forall x\in(0,\pi)$$

$h''(x)=\frac{\sin^2 x+\cos^2 x}{\sin^2 x}=\frac{1}{\sin^2 x},\quad \forall x\in(0,\pi)$이므로

$h''(x)=\frac{1}{\sin^2 x}\ge 0,\ \forall x\in(0,\pi)$이다.

따라서, (명제1)에 의하여 $h(x)$는 볼록함수이다.

❍ **채점기준:** 이계도함수까지 맞게 구하면 각 함수 당 5점; (명제1)을 사용하여 볼록함수임을 보이면 각 함수 당 8점; 세 함수에 대하여 모두 다 맞으면 25점

[물음 2] (25점)

❍ **모범답안:** $f(\sum_{i=1}^{k+1}\alpha_i x_i)=f(\sum_{i=1}^{k}\alpha_i x_i+\alpha_{k+1}x_{k+1})$

$$=f(1-\alpha_{k+1})(\sum_{i=1}^{k}\frac{\alpha_i}{1-\alpha_{k+1}}x_i)+\alpha_{k+1}x_{k+1})\qquad(1)$$

$$=f(1-\alpha_{k+1})(\sum_{i=1}^{k}\frac{\alpha_i}{\sum_{j=1}^{k}\alpha_j}x_i)+\alpha_{k+1}x_{k+1})\qquad(2)$$

(1) $\Rightarrow$(2) : $\sum_{i=1}^{k+1}\alpha_i=1$

$\sum_{j=1}^{k}\frac{\alpha_i}{\sum_{j=1}^{k}\alpha_j}x_i\in I$이고, $n=2$일 때 (조건3)이 만족하므로

(2)$\le(1-\alpha_{k+1})f(\sum_{i=1}^{k}\frac{\alpha_i}{\sum_{j=1}^{k}\alpha_j}x_i)+\alpha_{k+1}f(x_{k+1})$ (3)

$n=k$일 때 만족한다고 가정하였으므로

(3) $\le (1-\alpha_{k+1})\sum_{i=1}^{k}\frac{\alpha_i}{\sum_{j=1}^{k}\alpha_j}f(x_i)+\alpha_{k+1}f(x_{k+1})$

= $\sum_{i=1}^{k}\alpha_i f(x_i)+\alpha_{k+1}f(x_{k+1})$

❍ **채점기준:** (1)식까지 구하면 5점; (2)식까지 구하면 10점; (3)식까지 구하면 15점; 모두 완벽하게 증명하면 25점

[물음 3] (25점)

❍ **모범답안:** (물음1-1)과 (명제2)를 이용하면

$$-\ln \sqrt[n]{x_1x_2\cdots x_n}=-\frac{1}{n}ln(x_1x_2\cdots x_n)=\sum_{i=1}^{n}\frac{-\ln x_i}{n}\ge -\ln\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i}{n}$$ --(1)

$$\Rightarrow \ln \sqrt[n]{x_1x_2\cdots x_n}\le \ln\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i}{n}$$ ------------------------------------(2)

$$\Rightarrow \sqrt[n]{x_1x_2\cdots x_n}\le \frac{\sum_{i=1}^{n}x_i}{n}$$ ---(3)

❍ **채점기준:** (1)식까지 구하면 10점; (2)식까지 구하면 20점; (3)식까지 구하면 25점; 단, 각 단계별로 수식은 맞으나 논리가 부족하면 단계별로 5점씩 감점

[물음 4] (25점)

❍ **모범답안:** $-\sqrt[3]{\sin\alpha\sin\beta\sin\gamma}\ge-\frac{\sin\alpha+\sin\beta+\sin\gamma}{3}=\frac{1}{3}(-\sin\alpha)+\frac{1}{3}(-\sin\beta)+\frac{1}{3}(-\sin\gamma)$

$$\ge -\sin\left(\frac{\alpha}{3}+\frac{\beta}{3}+\frac{\gamma a}{3}\right)=-\sin\frac{\pi}{3}=-\frac{\sqrt{3}}{2}$$ ----------(1)

$$\Rightarrow \sqrt[3]{\sin\alpha\sin\beta\sin\gamma}\ge \frac{\sqrt{3}}{2}$$ -----------------------------------(2)

$$\Rightarrow \sin\alpha\sin\beta\sin\gamma\ge\frac{3}{8}\sqrt{3}$$ ------------------------------------(3)

❍ **채점기준:** (1)식까지 구하면 10점; (2)식까지 구하면 20점; (3)식까지 구하면 25점; 단, 각 단계별로 수식은 맞으나 논리 부족하면 단계별로 5점씩 감점

<문제 2>
[물음 1]

(1) (10점)

❍ **모범답안:** x를 임의의 양수라고 하자. (조건 2)와 (조건3)을 이용하면

$$\frac{g(x)-g(-x)}{2x}=\frac{f(x+1)-f(-x+1)}{2x}=f'(1)=0$$

이므로 $g(x)=g(-x)$가 성립한다. 그러므로 함수 $g(x)$는 우함수이다.

❍ **채점기준:** 위의 과정이 맞으면 10점 아니면 0점 처리

(2) (20점)

❍ **모범답안:** (조건1)을 다시 고쳐 쓰면

$$\int_{-x}^{x}(f(x+1)-f(t+1))dt$$
$$=\int_{-x}^{x}(g(x)-g(t))dt$$
$$=2\int_{0}^{x}(g(x)-g(t))dt$$
$$=ax(g(x)-a).$$

....①

$2\int_{0}^{x}(g(x)-g(t))dt=ax(g(x)-a)$를 다시 고쳐 쓰면

$2xg(x)-2\int_{0}^{x}g(t)dt=ax(g(x)-a)$이므로 양변을 x에 관하여 미분하면

$2g(x)+2xg'(x)-2g(x)=a(g(x)-a)+axg'(x)$..②

한편, $g'(x)=f'(x+1)$이므로

$2xf'(x+1)=a(f(x+1)-a)+axf'(x+1)$

이 식을 정리하여 간단히 하면

$(2-a)xf'(x+1)=a(f(x+1)-a)$

❍ **채점기준:** ① 과 ② 모두 얻어서 구하면 20점
(조건 1)식 그대로 양변을 x에 대하여 미분하여 처리하여도 관계 없음
① 식까지 얻으면 10점
② 식 까지 얻으려고 하였으면 15점

(3) (20점)

❍ **모범답안:** $f'(\frac{3}{2})$를 구하기 위하여 [물음1]의 (조건2)를 사용한다. 먼저 $x=0$을 $(2-a)xf'(x+1)=a(f(x+1)-a)$에 대입하면 $f(1)=a$를 얻는다.

$\frac{f(2)-f(1)}{2-1}=f'(\frac{3}{2})$이므로 $f(2)=2a,\ f(1)=a$를 대입하면

$f'(\frac{3}{2})=a.$ ....①

(2)의 결과를 이용하면

$(2-a)\frac{1}{2}f'(\frac{3}{2})=a(f(\frac{3}{2})-a)$이므로

$f(\frac{3}{2})=1+\frac{a}{2}.$ ....②

한편, $f'(\frac{3}{2})=a$이므로 $\tan\theta=a$. $\therefore \cos\theta=\frac{1}{\sqrt{1+a^2}}$

○ **채점기준:** ① 까지 얻으면 10점
② 까지 얻으면 15점
$\cos\theta$를 정확히 구하면 20점, 그 외의 경우 0점 처리

(4) (20점)

○ **모범답안:** 삼각형의 밑변을 $(1,a)$, $(2,2a)$라고 하면 길이는 $\sqrt{1+a^2}$, 높이는 $(\frac{3}{2},1+\frac{a}{2})$로부터의 거리이다. 두 점 $(1,a)$, $(2,2a)$을 연결하는 직선의 방정식은

$y=ax$이므로 직선 $x=\frac{3}{2}$와 이 직선 $y=ax$의 교점은 $(\frac{3}{2},\frac{3a}{2})$

그러므로 점$(\frac{3}{2},\frac{3a}{2})$와 점$(\frac{3}{2},1+\frac{a}{2})$사이의 거리는 $a-1$.

따라서 삼각형의 높이는 $(a-1)\times\cos\theta=\frac{a-1}{\sqrt{1+a^2}}$

그러므로, 구하는 삼각형의 면적은 $\frac{1}{2}\times\sqrt{1+a^2}\times\frac{a-1}{\sqrt{1+a^2}}=\frac{a-1}{2}$

○ **채점기준:** 밑변의 길이 $\sqrt{1+a^2}$를 구하면 10점
삼각형의 높이 $\frac{a-1}{\sqrt{1+a^2}}$를 구하면 15점
삼각형의 넓이를 구하는 공식을 사용하여 답을 구하면 20점

[물음 2]

(1) (15점)

○ **모범답안:** $t>0$일 때 함수 $f(x)$는 아래로 볼록하고 $f(0)=0$이므로 $f(t)>0$. (조건1)과 (조건2)를 이용하면

$$\int_{-t}^{t}(f(t)-f(x))dx=a\times\frac{1}{2}\times 2t\times f(t)=atf(t)$$

○ **채점기준:** $2at$라고 한 답이면 10점, 그 외의 경우 0점

(2) (15점)

○ **모범답안:** 위의 (1)과 (조건1)을 이용하면

$$\int_{-t}^{t}(f(t)-f(x))dx=2\int_{0}^{t}(f(t)-f(x))dx=2tf(t)-2\int_{0}^{t}f(x)dx$$

$$=atf(t)$$

$$\therefore 2\int_{0}^{t}f(x)dx=(2-a)tf(t) \quad \cdots\cdots ①$$

$t=1$을 대입하면

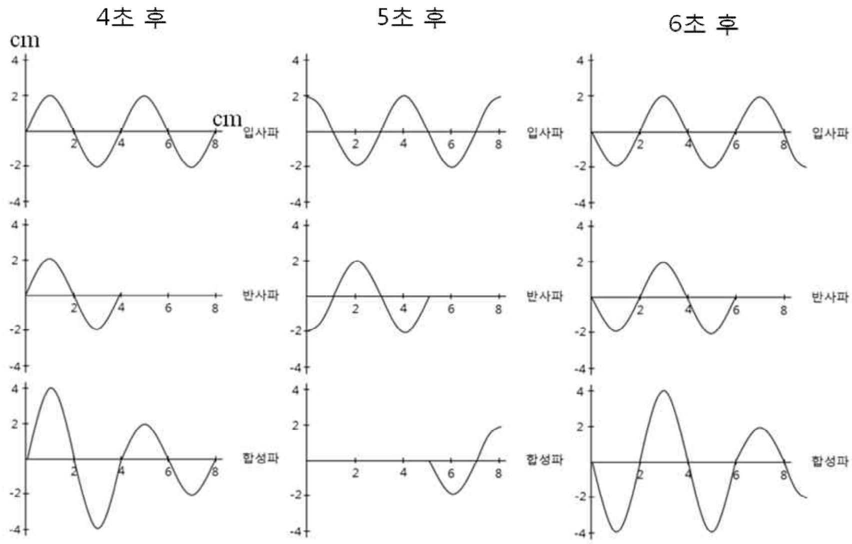
$$\int_{0}^{1}(f(t))dt=\frac{a}{2}\text{(2-a)}$$

○ **채점기준:** ① 식을 얻으면 10점
$t=1$을 대입하여 답을 구하면 20점

물리

[물음 1] (20점)

❍ **모범답안**



❍ **채점기준:** 답지에 무엇이라도 그렸으면 4점
각 경우에 모범답안과 같으면 4점씩, 부족하면 2점씩(총 9개 그래프의 총 점수 36점)

[물음 2] (40점)

❍ **모범답안:** [제시문 2]에서 주어진 그림 5.1과 그림 5.2에 해당하는 상황은 첫 번째 1st harmonic과 3rd harmonic에 해당하는 C1과 C2는 각각 $\frac{1}{4}$과 $\frac{3}{4}$이다. 그림 (다)에 정상파를 그려보면 오른쪽과 같다.

$L_1 + \epsilon = \frac{\lambda}{4}$ ······ (1), $L_2 + \epsilon = \frac{3}{4}\lambda$ ······ (2)

$(2)-(1),\ L_2 - L_1 = \frac{\lambda}{2} \quad \rightarrow \lambda = 2(L_2 - L_1) = 2(0.80 - 0.25)\,m$

$\boxed{\Rightarrow \lambda = 1.1\,m}$

$v = f_t\lambda \ \rightarrow \ (343)m/s = f_t(1.1\,m)$, 그래서 소리굽쇠 진동수

$\boxed{\Rightarrow f_t \approx 312\,Hz}$

소리굽쇠의 진동수는 공기 속에서나 물속에서 같기 때문에,

$v = f\lambda \ \rightarrow \ 1490\,m/s = (312\,Hz)\lambda_{water}$

$\boxed{\Rightarrow \ \therefore \lambda_{water} \approx 4.78\,m}$

❍ **채점기준:** 답지에 무엇이라도 적었으면 10점
C1, C2 값을 맞게 적었으면 각각 10점(총 20점)
(1)식과 (2)식을 이용하여 파장을 맞게 구했으면 10점(기본 관계식을 사용했으면 5점, 계산의 실수 7점)
$v = f_t\lambda$ 식을 이용 소리굽쇠의 진동수를 맞게 구했으면 10점(기본 관계식을 사용했으면 5점, 계산의 실수 7점)
소리굽쇠의 진동수는 공기 속에서나 물속에서 같다는 사실을 이용하여 물속에서 파장을 맞게 구했으면 10점
(기본 관계식을 사용했으면 5점, 계산의 실수 7점)

[물음 3] (40점)

○ **모범답안:** 두 계열 사이의 전이에 대한 에너지 차는

$$\triangle E_{21}-\triangle E_{32}=h\nu=h\frac{c}{\lambda}=\frac{1241}{16.58}\approx 74.85\,e\,V$$

$$13.6Z^2\left\{\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}\right)-\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right)\right\}=74.85\Rightarrow Z^2\approx 9,\quad Z=3$$

이 이온은 Li 2+]

○ **채점기준:** $\triangle E_{21}-\triangle E_{32}=h\nu=h\frac{c}{\lambda}=\frac{1241}{16.58}\approx 74.85\,e\,V$ 전이 에너지들의 차와 주어진 파장 차이의 관계를 잘 이용하여 답이 맞으면 15점(계산의 실수 7점)

고정된 원자 핵(전하량$+Ze$)을 돌고 있는 한 개의 전자를 기술하는 보어의 모델에 대해 제시된 관계식 $E_n=-13.6Z^2(\frac{1}{n^2})$ $[\text{단위}:e\,V]$을 이용하여 제시되 전이에 따라 Z값을 맞게 구했다면 20점(계산의 실수 10점)

리튬이온 Li 2+임을 제시되었다면 5점

화학

[물음 1] (30점)

❍ **모범답안:** (가) 우선 NaF와 MgO의 결합거리를 비교해보자.

제시문 1에 의해 이온 반지름은 Na+ > Mg2+, O2- > F- 이지만, 제시문 2에 의해 2가 이온끼리의 조합이 전하량이 크기 때문에 정전기적 인력이 커진다. 따라서, MgO의 결합거리가 NaF의 결합거리보다 짧다.

(나) 다음은 NaCl과 NaF의 결합거리를 비교한다. 양이온은 서로 같지만 음이온의 크기가 Cl- > F- 이므로, 결합거리는 NaF 보다 NaCl이 더 길다.

(다) 또, NaCl과 KCl의 결합거리를 비교한다. 음이온은 서로 같으며 양이온 크기가 K+ > Na+ 이므로, 결합거리는 KCl이 NaCl 보다 더 길다.

❍ **채점기준:** (가), (나), (다)에 대한 내용이 제시문에 의거하여 논리적으로 기술되었을 경우 각 10점

[물음 2] (40점)

❍ **모범답안:** (가) NaCl, KCl, NaF 3개 물질의 결합거리는 NaF < NaCl < KCl 순서이다.

양이온과 음이온 사이의 결합력은 결합거리와 반비례하므로 이온결합의 세기는 NaF > NaCl > KCl의 순서가 된다.

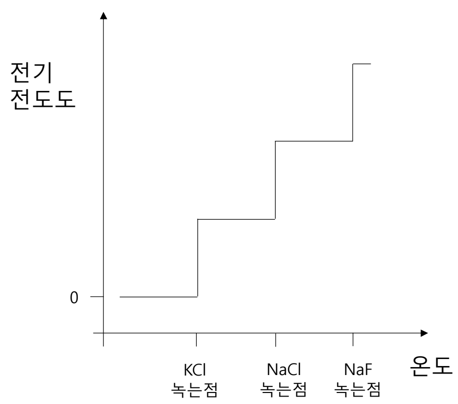
(나) 이온결합 세기가 강할수록 녹는점이 높아지므로 3개 물질의 녹는점은 NaF > NaCl > KCl의 순서가 된다. 따라서, 3개의 물질이 혼합물을 이루고 있을 때 상온에서부터 3개 물질이 모두 용융될 때까지 가열하면 다음과 같은 결과를 얻는다.

(다) (1구간: 상온부터 KCl 녹는점 직전까지): 용융된 물질이 없으므로 전기가 전도되지 않음

(2구간: KCl 녹는점에서 NaCl 녹는점 직전까지): KCl이 용융되어 전기가 전도됨

(3구간: NaCl 녹는점에서 NaF 녹는점 직전까지): KCl과 NaCl이 둘 다 용융되어 전기가 통하게 하는 이온 개수가 늘어났으므로 전도성이 2구간보다 증가함

(4구간: NaF의 녹는점 = 3개 물질이 모두 용융됨): 전기가 통하게 하는 이온 개수가 가장 많으므로 전기 전도성이 가장 큼



❍ **채점기준:** (가), (나) 각 10점, (다)에 대한 설명 10점, 그림 10점

[물음 3] (30점)

❍ **모범답안:** 물에서의 용해도는 물분자에 의한 수화와 관련이 있다.

(가)LiF와 LiCl을 비교해보면 Li+은 동일하지만 음이온의 크기가 F- < Cl- 이다.

(나) 따라서 결합거리가 큰 LiCl의 경우가 LiF에 비해 상대적으로 양이온과 음이온 사이의 결합력이 약하다. 그러므로 물 분자에 의해 보다 쉽게 이온결합이 깨어질 수 있으며, 상대적으로 음이온의 크기가 큰 Cl-가 물 분자에 의해 수화되기 쉽다.

(다) 그러므로 수용액에서 LiCl의 용해도가 LiF의 용해도보다 크다.

❍ **채점기준:** (가) 10점, (나) 15점, (다) 10점

생명과학

[물음 1]

(1) (10점)

❍ **모범답안:** (가) 음식을 짜게 먹으면 체액(혈액, 조직액, 림프액)의 나트륨(무기염류)의 농도가 증가됨 -> 체액의 삼투압이 증가됨 -> 체액으로의 수분 유입이 증가됨 -> 조직(세포)의 수분함량이 감소됨, 우리 몸은 수분부족을 겪게 됨 -> 갈증을 느끼게 된다.

(나) 우리 몸(조직, 세포)의 수분 부족 -> 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 증가됨 -> 콩팥(집합관)에서의 수분 재흡수가 촉진됨 -> 오줌의 양이 감소한다.

(다) 혈액의 나트륨 (이온)의 농도가 증가됨 -> 혈액의 삼투압 증가됨 -> 혈액 내로의 수분유입이 증가됨 또는 혈류량(혈액량(혈액의 부피))이 증가됨 -> 혈압이 높아지고 고혈압의 위험이 증가된다.

❍ **채점기준:** 전체적으로 각 답안에 대해서 모범답안과 일치하는 내용을 적은 경우 10점
전체적으로 각 답안에 대해서 핵심용어(단어)가 없거나 논리정연하지 못한 경우 각각 1점씩 감점

(2) (10점)

❍ **모범답안:** 심한 탈수 후의 과도한 물의 섭취 -> 혈액(체액, 혈장)의 부피를(수분함량을) 급작스럽게 증가시킬 것이다.
그 결과,
(1) 혈액(체액, 혈장) 삼투압의 급작스런 감소를 초래함 -> 세포 및 조직의 기능에 심각한 이상을 초래함
(2) 급작스런 혈액의 수분량(혈액량/혈류량)의 증가를 초래함으로써 혈압이 증가될 수 있기 때문이다.

❍ **채점기준:** 전체적으로 각 답안에 대해서 모범답안과 일치하는 내용을 적은 경우 10점
전체적으로 각 답안에 대해서 핵심용어(단어)가 없거나 논리정연하지 못한 경우 각각 2점씩 감점

(3) (10점)

❍ **모범답안:** 알코올(술)을 지나치게 마시면 ADH의 분비가 억제됨 -> 콩팥(집합관)에서의 수분 재흡수가 감소됨 -> 오줌으로 수분이 지속적으로 빠져나가서 체액(조직, 세포)의 수분이 감소함 -> 체액의 삼투압이 증가 -> 그 결과 갈증이 유발되고 심한 경우 탈수증상이 발생함

❍ **채점기준:** 전체적으로 각 답안에 대해서 모범답안과 일치하는 내용을 적은 경우 10점
전체적으로 각 답안에 대해서 핵심용어(단어)가 없거나 논리정연하지 못한 경우 각각 2점씩 감점

[물음 2]

(1) (10점)

❍ **모범답안:** 혈장성분 중에서 단백질(알부민)이 차지하는 비율이 7~8%에 달할 만큼 높다. 따라서 단백질 섭취 부족 -> 혈액에 존재하는 혈장단백질(알부민) 함량의 감소를 초래함 -> 혈장 삼투압이 감소함 -> 혈액의 수분이 조직으로 빠져나감 -> 조직액의 부피가 증가됨 -> 그 결과, 복부에는 과도한 양의 조직액을 갖게 됨으로써 부종으로 나타날 것이다.

❍ **채점기준:** 전체적으로 각 답안에 대해서 모범답안과 일치하는 내용을 적은 경우 10점
전체적으로 각 답안에 대해서 핵심용어(단어)가 없거나 논리정연하지 못한 경우 각각 2점씩 감점

(2) (10점)

❍ **모범답안:** 외상으로 인한 손상 -> 혈관(소동맥, 소정맥, 모세혈관) 및 림프관의 손상이(기능파괴가) 초래됨 -> (1) 혈액 및 림프액이 조직으로 누출되어 조직액이 증가함 (2) 조직액이 다시 혈관 및 림프관으로 유입되지 못함 -> 조직에 조직액이 축적되어 손상부위가 붓는 부종이 생긴다.

○ **채점기준:** 전체적으로 각 답안에 대해서 모범답안과 일치하는 내용을 적은 경우 10점
전체적으로 각 답안에 대해서 핵심용어(단어)가 없거나 논리정연하지 못한 경우 각각 2점씩 감점

[물음 3] (10점)

○ **모범답안:** (가) 당분이 많은 아이스크림을 섭취하면 체액의 삼투압이 높아짐 -> 우리 몸은 일정한 삼투압을 유지하기 위해서 그만큼 더 많은 양의 물을 요구하기 때문이다.
(나) 탄산음료의 당분 함유율이 높다 -> 아이스크림의 경우와 마찬가지로 체액의 삼투압이 높아져서 그만큼 더 많은 양의 물을 요구하기 때문이다.

○ **채점기준:** 전체적으로 각 답안에 대해서 모범답안과 일치하는 내용을 적은 경우 10점
전체적으로 각 답안에 대해서 핵심용어(단어)가 없거나 논리정연하지 못한 경우 각각 2점씩 감점

[물음 4]

(1) (10점)

○ **모범답안:** 오줌의 성분은 신장(사구체)에서 일어나는 여과과정을 통해서 형성됨. 즉 혈액내의 작은 분자량을 가진 물, 무기염류, 포도당, 아미노산 등이 원뇨를 형성함. 분자량이 큰 단백질이나 적혈구가 오줌에서 검출된다는 것은 사구체의 모세혈관(신장의 기능)이 손상되었음을 의미함

○ **채점기준:** 전체적으로 각 답안에 대해서 모범답안과 일치하는 내용을 적은 경우 10점
전체적으로 각 답안에 대해서 핵심용어(단어)가 없거나 논리정연하지 못한 경우 각각 4점씩 감점

(2) (30점)

○ **모범답안:**
1. 사구체의 모세혈관(신장의 기능)이 손상되면 혈액내의 적혈구와 단백질의 함량이 감소되는 결과를 초래함 -> 혈액의 삼투압이 감소함 -> (삼투현상에 의해) 혈액내의 수분이 조직액으로 유출됨 -> 몸이 붓는다(부종)이 발생함
2. 혈액의 삼투압이 감소함 -> 물을 많이 마시게 되고 오줌의 양이 증가함 -> 탈수증상이 발생함
3. 사구체의 모세혈관(신장의 기능)이 손상되면 요소와 질소산염 같은 독성물질을 배설하지 못함 -> 신체 조직에 축적되는 독성물질에 의해 병증이 발생함

○ **채점기준:** 전체적으로 각 답안에 대해서 모범답안과 일치하는 내용을 적은 경우 30점
전체적으로 각 답안에 대해서 핵심용어(단어)가 없거나 논리정연하지 못한 경우 각각 4점씩 감점

지구과학

[물음 1] (30점)

○ **모범답안:** 【제시문 1】에 근거하면 마그마가 표면에 도달하여 용암이 되어 흐르기 시작하는 것은 중력과 경사각, 용암의 특성에 관련이 된다. 【제시문 1】에 주어진 식에 의하면 이 임계 두께는 행성의 표면 중력에 반비례한다. 즉, 다른 조건이 같을 때, 화성의 경우 지구의 중력에 1/3 밖에 되지 않으므로 화성에서의 임계 두께는 지구에서의 임계 두께에 3배가 될 수 있다.

용암이 두껍께 쌓인다는 것은 화산이 높을 수 있다는 말이다. 따라서 화성이 지구보다 작지만 높은 화산이 형성될 수 있다.

○ **채점기준:** 최종 점수 = 기본점수 + 평가점수

* 기본점수(관련 내용이 무엇이라도 적혀 있는 경우 10점

* 평가점수

- 주어진 식의 해석(설명)과 답을 모두 옳게 적은 경우 20점
- 식의 해석(설명)만을 옳게 적은 경우 15점
- 설명은 옳지만 답이 틀린 경우 15점
- 답은 옳지만 설명이 없거나 틀린 경우 10점
- 답만 옳게 적은 경우 10점

그 외 비논리적인 부분 1점씩 감점

[물음 2] (30점)

○ **모범답안:** 행성의 대기를 구성하는 기체 입자의 속력이 매우 빠르다면 이 입자는 우주 공간으로 빠져나갈 수 있다. 반면 기체 입자의 속력이 느리다면 이 입자는 행성에 붙잡혀 대기를 구성하는 성분이 될 수 있다. 【제시문 2】에 주어진 식에 따르면 입자의 속력은 입자의 질량에 관계가 있으며, 입자의 질량이 증가할수록 입자의 속력은 감소함을 알 수 있다. 이산화탄소와 수소, 헬륨을 비교하면 이산화탄소 분자의 질량이 수소, 헬륨 분자의 질량에 비해 크다. 따라서 속력이 빠른 수소, 헬륨 분자가 우주 공간으로 탈출한 반면, 이산화탄소는 남아 화성의 대기를 구성하는 성분이 될 수 있었다.

○ **채점기준:** 최종 점수 = 기본점수 + 평가점수

* 기본점수(관련 내용이 무엇이라도 적혀 있는 경우) 10점

* 평가점수

- 기체 입자의 속력, 기체 입자의 질량, 행성의 중력 등 세 요소를 모두 모범답안에 맞게 작성하고 결론을 바르게 적은 경우: 20점
- 위 주요 요소 중 하나가 빠지거나, 결론 부분이 틀렸을 경우 5점씩 감점

[물음 3] (40점)

○ **모범답안:** 화성의 질량은 지구의 1/10, 화성의 반지름이 지구의 1/2이므로 【제시문 2】의 두 번째 식에 근거하여 화성의 탈출속도는 지구 탈출속도의 약 $1/\sqrt{5}$이다. 지구의 탈출속도가 약 11km/s 임을 고려하면 화성의 탈출속도는 5km/s 이하라 추정된다. 【제시문 2】에서 일반적으로 기체입자의 평균 속력이 탈출속도의 10%를 넘을 경우 수억 년 이내에 해당 기체는 행성에 남아있지 못하게 된다고 하였다. 화성과 지구 표면의 온도가 비슷하므로 화성에서도 수증기의 평균속력은 약 700m/s 였을 것이다. 이 속도가 화성 탈출속도의 10%인 500m/s 이상이므로 현재 화성의 대기에는 수증기가 거의 남아있지 않을 것이다.

○ **채점기준:** 최종 점수 = 기본점수 + 평가점수

* 기본점수(관련 내용이 무엇이라도 적혀 있는 경우) 10점

* 평가점수

- 탈출속도를 올바르게 계산하고 기체 입자의 속력과 비교, 완결된 설명을 작성한 경우: 30점
- 비교 중 정량적인 내용이 빠지거나, 논리 전개에 비약이 있거나, 설명의 완결성이 부족하거나, 결론이 틀리거나 하는 등의 사유에 따라 5점씩 감점