

2018학년도 경북대학교 논술(AAT) 모의고사
자연계열Ⅱ 문제지
 (의예과, 치의예과, 수의예과)

시 험 시 간	100 분		
지원학과(부)	학과(부, 전공)		감독위원 확인
수 험 번 호			⑩
성 명			

감독관의 지시가 있기 전까지 표지를 넘기지 마시오.

< 수험생 유의 사항 >

- ※ 자연계열Ⅱ 문제지와 자연계열Ⅱ 답안지가 맞는지 반드시 확인(의예과, 치의예과, 수의예과)
1. 문제지 및 답안지에 지원학과(부, 전공), 수험번호, 성명을 정확하게 기입할 것[반드시 검정색 필기구(볼펜, 연필 등) 중 1가지를 계속 사용할 것]
 2. 문제지는 표지를 제외하고 6쪽(수학 2쪽, 물리, 화학, 생명 과학, 지구 과학 각 1쪽)으로 구성되어 있으며, 답안지는 수학 1매, 선택과목 1매(각 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. 답안지에 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. 답안지에 자신의 신원을 드러내거나 문제와 관계없는 내용을 기록할 경우에는 “0”점 처리함
 8. 연습지가 필요한 경우 문제지의 빈 공간을 사용할 수 있음

수학(문제 1)

[1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 연속함수 $y = f(x)$ 에 대하여,

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(t)dt = f(x)$$

이다.

(나)

(1) 사건 A 의 여사건 A^c 에 대하여,

$$P(A^c) = 1 - P(A)$$

이다.

(2) 두 사건 A, B 에 대하여, 사건 A 가 일어났을 때 사건 B 가 일어날 조건부확률은

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

이다. (단, $P(A) > 0$.)

(다)

이산확률변수 X 의 확률질량함수가

$$P(X = x_i) = p_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

일 때, 기댓값(평균)은 $E(X) = m = \sum_{i=1}^n x_i p_i$ 이고

분산은 $V(X) = E(X^2) - m^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 p_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i p_i \right)^2$ 이다.

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

서로 다른 네 개의 주사위 D_1, D_2, D_3, D_4 을 동시에 던져 나온 네 눈의 값을 각각 n_1, n_2, n_3, n_4 라 하자.

【1-1】

다음 [조건]을 만족시키는 순서쌍 (n_1, n_2, n_3, n_4) 의 개수를 (가)을 이용하여 구하시오. (20점)

[조건] 함수

$$f(x) = \int_{n_4}^x (t - n_1)(t - n_2)(t - n_3)dt$$

는 유일한 극솟값을 갖고 그 값은 음수이다.

【1-2】

네 눈의 값의 합 $n_1 + n_2 + n_3 + n_4$ 이 3의 배수일 때, n_1, n_2, n_3, n_4 중 3의 배수가 2개 이상 있을 확률을 구하는 과정이다.

$n_1 + n_2 + n_3 + n_4$ 이 3의 배수일 때, 네 눈의 값 n_1, n_2, n_3, n_4 중 3의 배수가 m 개 있을 확률을 p_m 이라 하자. 그러면,

$$p_0 = [\textcircled{1}], p_1 = [\textcircled{2}], p_2 = \frac{4!}{2!} \times \left(\frac{1}{3}\right)^4, p_4 = \frac{1}{81}$$

이다. 그러므로 (나)을 활용하면 n_1, n_2, n_3, n_4 중 3의 배수가 2개 이상일 확률은 $[\textcircled{3}]$ 이다.

①, ②, ③의 값을 구하시오. (40점)

【1-3】

네 눈의 값 n_1, n_2, n_3, n_4 에 대하여 $n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 + n_4^2$ 를 4로 나눈 나머지를 확률변수 X 라 할 때, 확률변수 X 의 확률분포를 표로 나타내면 다음과 같다.

X	0	1	2	3	합계
$P(X=x)$	r	s	t	u	1

(1) $r + t$ 의 값을 구하시오. (20점)

(2) 평균 $E(X)$ 와 분산 $V(X)$ 을 (다)를 이용하여 구하시오. (20점)

수학(문제 2)

[2] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 함수 $f(x)$ 가 닫힌 구간 $[a, b]$ 에서 연속이고, 함수 $f(x)$ 의 부정적분 중의 하나를 $F(x)$ 라 하면

$$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$$

이다.

(나) x 에 관한 다항식 $P(x)$ 에서 $P(\alpha) = 0$ 이면 다항식 $P(x)$ 는 일차식 $x - \alpha$ 로 나누어떨어진다. 또한, x 에 관한 다항식 $P(x)$ 가 일차식 $x - \alpha$ 로 나누어떨어지면 $P(\alpha) = 0$ 이다.

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

【2-1】

세 다항함수 $f(x)$, $g(x)$, $h(x)$ 가 다음 조건을 만족시킨다.

(a) $h(x)$ 는 최고차항의 계수가 1인 이차함수이고 두 실근 α 와 β 을 가진다. (단, $\beta > \alpha$ 이다).

(b) 모든 실수 x 에 대하여

$$|f(x)| \geq |g(x)|, |f(x)| \geq |h(x)|$$

이다.

(c) $|g(x)| > 0$, $|h(x)| > 0$ 인 모든 실수 x 에 대하여 세 변의 길이가 $|f(x)|$, $|g(x)|$, $|h(x)|$ 인 삼각형은 직각삼각형이다.

(d) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{h(x)} = \sqrt{2}$ 이다.

(1) 다항함수 $g(x)$ 의 차수를 구하시오. (30점)

(2) 방정식 $f(x) = g(x)$ 가 중근을 가질 때, $\int_{\alpha}^{\beta} g(x)dx$ 의 값을 구하시오. (70점)

물리

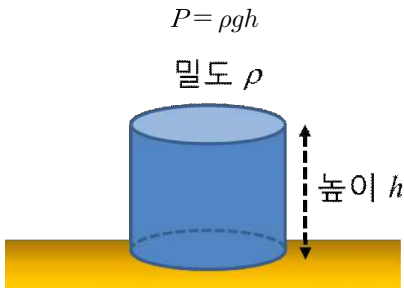
[1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) <그림 1>과 같이 실린더 위에 추를 올려놓아 누르는 압력을 증가시키면 기체의 부피는 점점 감소한다. 정밀한 실험 결과를 바탕으로 한 기체의 압력과 부피 변화 그래프를 보면, 같은 온도에서 기체의 압력이 2배가 되었을 때 기체의 부피는 반으로 줄어든다. 그리고 압력이 4배로 커지면 부피는 1/4로 줄어든다. 따라서 압력이 증가할수록 기체의 부피는 감소하며, '기체의 압력(P)×기체의 부피(V)'는 일정하다는 것을 알 수 있다.



<그림 1>

(나) <그림 2>와 같이 실린더에 밀도가 ρ 인 액체가 h 만큼의 깊이로 담겨 있다고 하자. 중력 가속도를 g 라고 한다면, 액체의 무게 때문에 실린더 바닥이 받는 압력 P 는 다음과 같다.



<그림 2>

(다) <그림 3>과 같이 단면적이 A 인 실린더에 밀도가 ρ 인 액체와 기체가 채워져 있고, 그 사이에 움직일 수 있는 질량이 M 인 피스톤 두 개가 설치되어 정지해 있다. 여기서 액체는 압축되지 않고, 기체는 일정한 온도를 유지하고 있으며 밀도가 매우 작아 높이에 따른 압력 차이는 없다. 실린더 외부의 압력이 P_1 일 때, 기체의 압력 P_2 는 P_1 의 1.5배이다. 이때 기체의 부피는 V_0 이다. (단, 모든 마찰은 없다고 가정한다)



<그림 3>

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

【1-1】 제시문 (다)에서 액체의 윗면과 아랫면에서의 압력을 P_1, P_2, M, g, A 를 사용하여 표현하시오. (30점)

【1-2】 제시문 (다)에서 액체의 높이를 P_1, M, g, ρ, A 를 사용하여 표현하시오. (30점)

【1-3】 제시문 (다)에서 실린더 외부 압력이 원래 값의 3 배인 $3P_1$ 으로 증가하면, 기체의 부피는 V_0 의 몇 배로 변하는가? (40점)

화학

[1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 공유 결합을 하는 원자가 전자쌍을 잡아당기는 세기의 상대적 비교 값을 전기음성도라 한다. 공유 결합을 하는 두 원자의 전기음성도 차이에 의하여 발생하는 극성을 쌍극자 모멘트로 표현한다. 어떤 분자 내에 쌍극자 모멘트의 합이 0 이면 그 분자는 무극성이고, 0이 아니면 극성이다. 몇몇 원소들의 전기음성도 값은 다음과 같다: H (2.1), B (2.0), C (2.5), N (3.0), O (3.5), F (4.0)

(나) 분자내의 원자가 전자는 루이스 전자점식으로 표시한다. 루이스 전자점식과 전자쌍 반발 원리를 이용하여 분자의 구조를 예측할 수 있다. 예를 들어 중심 원자가 각각 2개, 3개, 4개의 공유 전자쌍을 가지는 분자는 직선형, 평면 삼각형, 사면체의 구조를 가지게 된다.

(다) 루이스의 정의에 의하면 비공유 전자쌍을 받는 물질을 산이라 하고 비공유 전자쌍을 제공하는 물질을 염기라고 한다.

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

【1-1】 1개의 질소 원자는 3개의 플루오르 원자와 결합하여 NF_3 를 생성한다.

(1) (나)에 근거하여 NF_3 의 루이스 전자점식을 그리시오. (20점)

(2) (나)와 루이스 전자점식에 근거하여 NF_3 의 분자 구조를 그리시오. 그리고 (가)와 분자구조에 근거하여 분자내 쌍극자 모멘트 합의 방향을 화살표로 나타내시오. (30점)

【1-2】 벤젠 분자 (C_6H_6)는 각각의 탄소 원자가 수소 원자와 단일공유결합 1개, 이웃하는 2개의 탄소 원자와 단일결합과 이중결합의 중간형태의 결합을 하는 구조(공명구조)를 가진다. (나)에 근거하여 벤젠의 분자구조를 그리고 탄소 원자들 사이의 결합각을 표시하시오. (20점)

【1-3】 BH_3 , CH_4 , NH_3 중에서 염기성을 가지는 물질이 무엇인지 적고 (가),(나),(다)에 근거하여 그 이유를 적으시오. 그리고 염기성을 가지는 물질이 물과 반응하여 생성되는 양이온의 구조를 (나), (다)에 근거하여 그리시오. (30점)

생명 과학

[1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가)

사람의 몸에서 각 부분이 서로 조화를 이루고 생명 활동이 원활하게 일어나기 위해서는 몸 안의 상태가 일정하게 유지되어야 한다. 이러한 신체 내부의 특정한 상태 유지를 항상성이라 한다. 사람의 몸은 외부 환경이 변한다 하더라도 내부 환경을 일정하게 유지하려는 항상성을 가지며, 이를 통해 생명 현상을 지속시킬 수 있다. 항상성 유지를 위해서 신체의 각 기관들은 서로 신호를 주고 받으며, 이 과정에서 신경계와 내분비계의 상호 작용이 중요하게 나타난다. 신경계에 의한 조절은 체내외의 환경 변화에 따른 뉴런의 전기 화학적 신호 전달 과정에 의하여 일어난다. 반면에 내분비계에 의한 조절은 생성 분비된 호르몬이 특정 수용체가 있는 표적 세포(표적 기관)에 작용하는 특징을 가진다.

(나)

혈당은 혈액 속에 함유되어 있는 포도당의 농도를 말하며, 건강한 사람은 보통 혈액 100 mL에 포도당이 약 100 mg 정도 들어 있다. 음식물의 섭취 직후 영양소의 흡수가 시작되면 혈당량이 급격히 증가하고, 세포 호흡에 포도당이 사용되면 혈당량이 낮아진다. 혈당량이 높아지거나 낮아지면 신경계와 호르몬의 작용으로 혈당량이 정상 수준으로 회복된다. 혈당량 조절은 주로 이차에서 분비되는 인슐린과 글루카곤의 작용을 통해 이루어진다. 인슐린과 글루카곤은 서로 상반된 길항작용을 통해 혈당량과 관련된 항상성을 유지한다. 간뇌 시상 하부에 있는 혈당량 조절 중추에서는 혈당량 변화에 따른 자율 신경계의 피드백 작용으로 인슐린과 글루카곤의 분비량을 조절함으로써 혈당량을 일정하게 유지한다.

(다)

수분 함량이 높은 음식을 많이 먹을 경우 오줌을 자주 누게 되고, 음식을 짜게 먹었을 때 물을 많이 마시게 되는 것은 혈액의 삼투압을 일정하게 유지하기 위한 작용이다. 혈액 순환 및 배설과 같은 생리 작용이 원활하게 이루어지기 위해서는 체액의 삼투압이 적절하게 유지되어야 한다. 체액의 삼투압은 수분량이나 나트륨과 같은 무기 염류의 양에 영향을 받는다. 체액의 삼투압이 너무 높거나 낮으면 세포에 이상이 생기기 때문에 우리의 몸은 일정한 삼투압을 유지해야 하며, 이 과정은 호르몬의 작용을 통해 조절될 수 있다.

.....
【1-1】

(가)를 참고하여 다음 문항에 답하시오.

(1) 체내 항상성 유지가 생명 현상 유지와 직결될 수 있는 이유를 설명하시오. (20점)

(2) 신경계와 내분비계에 의한 체내 신호 전달 방법의 차이점에 근거하여 어떤 신호 전달 방법이 상대적으로 광범위하고 지속적인 조절이 가능한지 설명하시오. (20점)

【1-2】

(나)를 참고하여 다음 문항에 답하시오.

(1) 장시간 식사를 못한 사람의 혈당량 상황을 설명하고, 이 때 체내 이차에서 분비가 많이 있을 것으로 예상되는 호르몬의 이름과 그 호르몬을 분비하는 세포의 이름을 쓰시오. (10점)

(2) 체내 혈당량 조절과 관련된 자율 신경계 변화 중 부교감 신경의 활성을 통하여 이차에서 증가되는 호르몬의 이름을 쓰고 그 호르몬 기능 및 필요한 시기는 언제인지 설명하시오. (25점)

【1-3】

음식을 짜게 먹거나 땀을 많이 흘려 체액의 삼투압이 높아지면 높아진 삼투압을 낮추기 위해 시상하부에서 생성된 특정 호르몬의 분비가 일어나게 된다. 이 때 분비가 증가되는 호르몬의 이름과 그 호르몬의 분비가 일어나는 내분비샘의 이름을 쓰고 표적 기관에서 삼투압 변화를 유도할 수 있는 그 호르몬의 기능이 무엇인지 (다)를 참고하여 설명하시오. (25점)

지구 과학

[1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가)

용수철이나 고무줄과 같이 탄성을 가진 물질이 외부의 힘을 받으면 그 힘에 비례하는 변형이 일어나게 된다. 고무줄을 잡아당기는 힘이 지나치게 강해지면 변형 정도가 심해져 외부의 힘이 사라지더라도 원래대로 돌아가지 않기도 하고, 그럼에도 불구하고 더 세게 잡아당기게 되면 마침내 고무줄이 끊어지기도 한다. 지구를 구성하는 물질 중 단단한 고체로 된 부분에서도 이와 같은 일이 일어난다. 지각에 작용하는 힘에 의해 변형이 진행되다 어떤 한계점에 도달하면 단층이 발생하면서 그동안 축적되었던 탄성에너지가 한꺼번에 방출된다. 이때 발생한 에너지가 파동의 형태로 사방에 전달되는 현상이 바로 지진이다. 따라서 지진이 발생하기 위해서는 두 가지 조건이 필요하다. 첫째, 힘이 한계점까지 쌓일 수 있도록 움직임이 있어야 하며, 둘째, 파괴가 일어나야 하므로 힘을 받는 대상이 액체처럼 흐르는 성질을 가지지 않아야 한다.

(나)

지구상에서는 1년에 50만 번 이상의 지진이 발생하고 있다. 2016년 9월 12일 경주 지역에서 1978년 지진 관측이 시작된 이후 한반도에서 발생한 지진 중 역대 가장 강력한 규모인 5.1~5.8의 지진이 발생하였다. 지진의 세기를 나타내는 용어로는 절대적인 지진의 크기를 나타내는 규모, 상대적인 지진의 피해 정도를 나타내는 진도가 있다. 규모는 지진 자체의 에너지를 나타내는 단위로 동일한 지진의 경우 관측 지점과 관계없이 규모는 일정하다. 한편 사람이 느끼는 흔들림 정도, 지표나 건물의 진동 및 피해 정도를 나타내는 수치인 진도는 같은 지진이라 하더라도 관측지에 따라 달라질 수 있다. 미국의 지진학자 리히터가 제시한 리히터규모는 지진파의 최대진폭을 이용해 지진의 세기를 표현하는 방법으로, 규모가 1 증가할 때마다 최대진폭이 10배 증가하게 정의하였다. 혹은 리히터 규모 M 은 지진의 에너지 E 와 다음과 같은 관계식을 따른다고 하기도 한다.

$$\log E = 11.8 + 1.5M$$

(다)

지진에 의한 직접적인 피해는 지반 진동에 의한 인명과 구조물에 대한 피해, 지반의 융기와 침하, 지표 파열 등이 있으며, 지진의 이차적인 피해에는 사태, 쓰나미, 지반의 액화 현상, 질병, 화재들이 포함된다. 해저단층 내 지진은 쓰나미 발생의 원인이 되는데, 일반적으로 규모 6.5 미만의 지진은 쓰나미를 발생시키지 못한다. 대부분 쓰나미는 해저 단층운동으로부터 시작된다. 2004년 12월 26일 인도네시아 수마트라 인근 해역에서 규모 9.1 해저 지진으로 쓰나미가 발생하였다. 당시 35m의 해일이 수마트라 해안을 덮쳐 25만 명 이상 인명피해가 발생하였다. 쓰나미를 일으키는 해저의 움직임 형태에 따라 해안에 쓰나미의 골이 먼저 발생할 수도 있고, 반대로 마루가 먼저 발생할 수 있다.

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

【1-1】

지구의 표면은 두께가 약 100km 정도의 단단한 암석권으로 이루어져 있고 암석권 아래 지하 약 700km까지는 부분적으로 용융상태인 연약권이 존재한다. 암석권은 여러 개의 크고 작은 판으로 갈라져 이동하고 있으며 대부분의 지진은 판과 판의 경계에서 발생한다. 지진이 발생하는 변동대와 판의 경계가 일치하는 이유를 **(가)**에 근거하여 설명하시오. (40점)

【1-2】

2016년 9월 12일 발생한 경주 지진은 오후 7시 44분경 리히터 규모 5.1의 전진, 오후 8시 32분경 리히터 규모 5.8의 본진으로 두 차례에 걸쳐 발생하였다. 본진의 에너지는 전진에너지의 대략 몇 배인지 **(나)**에 근거하여 설명하시오. (30점)

【1-3】

(나)와 **(다)**를 참고하여, 연안 주변의 해저단층 내 규모 6.5 이상의 수직단층과 수평단층 지진이 각각 발생했을 때, 두 단층에 의한 지진 중 쓰나미 발생에 관여하는 단층은 무엇인지 판단하고, 그 이유를 설명하시오. 또한, 두 단층 중 하나의 단층지진이 쓰나미를 발생시키지 않는 이유를 설명하시오. (30점)

2018학년도 경북대학교 논술(AAT) 모의고사 자연계열 II 모범답안 및 채점기준

수학 [문제 1]

출제의도

1. 정적분의 기본정리를 활용하여 조건을 만족시키는 함수의 가짓수를 구할 수 있는지를 평가한다.
2. 여확률과 조건부확률을 이용하여 조건을 만족시키는 확률을 구할 수 있는지를 평가한다.
3. 확률분포표의 뜻을 알고, 평균, 분산을 구할 수 있는지를 평가한다.

문항해설

- 【1-1】** 조건을 만족하는 함수의 개수를 찾을 수 있는지 묻는 문제이다.
【1-2】 조건을 만족시키는 확률을 구하고 여 확률과 조건부확률을 이용하여 원하는 확률을 찾을 수 있는지 묻는 문제이다.
【1-3】 (1) 확률분포표의 뜻을 알고 확률밀도 함수값을 구할 수 있는지 묻는 문제이다.
【1-3】 (2) 확률분포표를 이용하여 평균과 분산을 구할 수 있는지 묻는 문제이다.

채점기준

하위문항	채점 기준	배점
【1-1】	- n_1, n_2, n_3 가 모두 같은 순서쌍 (n_1, n_2, n_3, n_4) 의 개수를 찾으면 10점 - n_1, n_2, n_3 중 두 개만 같은 순서쌍 (n_1, n_2, n_3, n_4) 의 개수를 찾으면 10점	20점
【1-2】	- ①을 찾으면 10점 - ②를 찾으면 10점 - ③을 찾으면 20점	40점
【1-3】 (1)	- r 을 찾으면 10점 - t 을 찾으면 10점	20점
【1-3】 (2)	- $E(X)$ 를 찾으면 10점 - $V(X)$ 를 찾으면 10점	20점

예시답안

【1-1】

제시문 (가)로부터,
 $f'(x) = (x-n_1)(x-n_2)(x-n_3), f(n_4) = 0$
 $-n_1 = n_2 = n_3$ 이면, 음의 극솟값을 갖기 위해, $n_4 \neq n_3$ 이어야 한다.
 따라서, 가짓수는 $6 \times 5 = 30$ 가지

 $-n_1, n_2, n_3$ 중 두 개만 같은 경우는 $6 \times 5 \times 3 = 90$ 가지이다.
 이 각각들에 대해 함수 $f(x)$ 는 같지 않은 점에서 최솟값을 갖는다.
 이때, 그 점이 n_4 와 같지 않다면 $f(x)$ 의 음의 극솟값이 된다.
 따라서, $90 \times 5 = 450$ 가지

 -총 가짓수는 $30+450=480$ 가지이다.

【1-2】

나온 눈의 숫자들을 3으로 나누었을 때 가능한 경우들을 분류해보면,

$$m=0\text{이면, } (1,1,2,2). \quad p_0 = \frac{4!}{2!2!} \left(\frac{1}{3}\right)^4 = \frac{2}{27}$$

$$m=1\text{이면, } (0,2,2,2), (0,1,1,1). \quad p_1 = 2 \cdot \frac{4!}{3!} \left(\frac{1}{3}\right)^4 = \frac{8}{81}$$

$$m=2\text{이면, } (0,0,1,2). \quad p_2 = \frac{4!}{2!} \left(\frac{1}{3}\right)^4 = \frac{4}{27}$$

$$m=4\text{이면, } (0,0,0,0). \quad p_4 = \left(\frac{1}{3}\right)^4 = \frac{1}{81}$$

그러므로, ① = $\frac{2}{27}$, ② = $\frac{8}{81}$ 또, 3의 배수가 2개 이상일 확률은

$$1 - \frac{p_0 + p_1}{p_0 + p_1 + p_2 + p_4} = 1 - \frac{\frac{2}{27} + \frac{8}{81}}{\frac{1}{3}} = \frac{13}{27}.$$

따라서, ③ = $\frac{13}{27}$

【1-3】(가), (나)

네 눈의 제곱수 $n_1^2, n_2^2, n_3^2, n_4^2$ 을 4로 나누었을 때 나머지에 따라 분류해보자.

$$X=0\text{이면, } (0,0,0,0) \text{ 혹은 } (1,1,1,1). \quad P(X=0) = \left(\frac{1}{2}\right)^4 + \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{8}$$

$$X=1\text{이면, } (1,0,0,0). \quad P(X=1) = \frac{4!}{3!} \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{4}$$

$$X=2\text{이면, } (1,1,0,0). \quad P(X=2) = \frac{4!}{2!2!} \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{3}{8}$$

$$X=3\text{이면, } (1,1,1,0). \quad P(X=3) = \frac{4!}{3!} \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{4}$$

$$r+t = \frac{1}{8} + \frac{3}{8} = \frac{1}{2}$$

$$E(X) = 0 \times \frac{1}{8} + 1 \times \frac{1}{4} + 2 \times \frac{3}{8} + 3 \times \frac{1}{4} = \frac{7}{4}, \quad V(X) = 0^2 \times \frac{1}{8} + 1^2 \times \frac{1}{4} + 2^2 \times \frac{3}{8} + 3^2 \times \frac{1}{4} - \left(\frac{7}{4}\right)^2 = \frac{15}{16}$$

수학 [문제 2]

출제의도

1. 다항식의 근과 계수의 관계를 이용할 수 있는지를 평가한다.
2. 극한의 비교를 통하여 다항식의 차수를 구할 수 있는지를 평가한다.
3. 정적분을 이해하고 다항함수에 대한 정적분을 구할 수 있는지를 평가한다.

문항해설

- [2-1] (1) 주어진 조건을 사용하여 극한값의 비교를 통하여 다항함수의 차수를 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.
 [2-1] (2) 근과 계수의 관계식을 이해하고 주어진 조건으로부터 다항함수를 찾아 정적분을 계산할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

채점기준

하위문항	채점 기준	배점
[2-1] (1)	- $h(x)^2 + g(x)^2 = f(x)^2$ 의 관계식을 유도한다. - $1 + \left(\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{g(x)}{h(x)}\right)^2 = \left(\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{h(x)}\right)^2 = 2$ - 따라서 $g(x)$ 의 차수는 $h(x)$ 의 차수와 같다.	10점 10점 10점
[2-1](2)	- $\{(x-\alpha)(x-\beta)\}^2 = f(x)^2 - g(x)^2$ 의 관계식을 유도한다. $\qquad\qquad\qquad = (f(x)+g(x))(f(x)-g(x))$ - 따라서 $f(x)+g(x) = a(x-\alpha)(x-\beta), \quad f(x)-g(x) = b(x-\alpha)(x-\beta)$ 혹은 $f(x)+g(x) = a(x-\alpha)^2, \quad f(x)-g(x) = b(x-\beta)^2$ 와 같이 둘 수 있다. (단, $ab=1$) - 방정식 $f(x) = g(x)$ 가 중근을 가진다는 사실로부터 $f(x) = \frac{a(x-\alpha)^2 + b(x-\beta)^2}{2},$ $g(x) = \frac{a(x-\alpha)^2 - b(x-\beta)^2}{2}$ - 조건 (d)로부터 $f(x) = \frac{(\sqrt{2}+1)(x-\alpha)^2 + (\sqrt{2}-1)(x-\beta)^2}{2},$ $g(x) = \frac{(\sqrt{2}+1)(x-\alpha)^2 - (\sqrt{2}-1)(x-\beta)^2}{2}$ 이다. $\int_{\alpha}^{\beta} g(x)dx = \frac{1}{3}(\beta-\alpha)^3$ 이다.	10점 20점 10점 20점 10점

【2-1】

(b)와 (c)로부터 세 다항함수 $f(x)$, $g(x)$, $h(x)$ 는 다음의 관계식을 만족한다.

$$h(x)^2 + g(x)^2 = \{(x - \alpha)(x - \beta)\}^2 + g(x)^2 = f(x)^2 \text{ ----- (1)}$$

$$\begin{aligned} \{(x - \alpha)(x - \beta)\}^2 &= f(x)^2 - g(x)^2 && \text{----- (2)} \\ &= (f(x) + g(x))(f(x) - g(x)) \end{aligned}$$

(d)와 (1)로부터

$$1 + \left(\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{g(x)}{h(x)} \right)^2 = \left(\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{h(x)} \right)^2 = 2$$

이므로 다항함수 $g(x)$ 의 차수는 2이다.

【2-2】

두 다항함수 $f(x)$ 와 $g(x)$ 가 이차함수이므로 (2)로부터

$$f(x) + g(x) = a(x - \alpha)(x - \beta), \quad f(x) - g(x) = b(x - \alpha)(x - \beta) \text{ ----- (3)}$$

혹은

$$f(x) + g(x) = a(x - \alpha)^2, \quad f(x) - g(x) = b(x - \beta)^2 \text{ ----- (4)}$$

이다. 단 $ab = 1$. ----- (5)

(3)의 경우 방정식 $f(x) = g(x)$ 는 중근을 갖지 않으므로 조건에 위배된다.

(4)의 경우

$$f(x) = \frac{a(x - \alpha)^2 + b(x - \beta)^2}{2}, \quad g(x) = \frac{a(x - \alpha)^2 - b(x - \beta)^2}{2}$$

이다. 조건 (d)와 (5)로부터

$$f(x) = \frac{(\sqrt{2} + 1)(x - \alpha)^2 + (\sqrt{2} - 1)(x - \beta)^2}{2},$$

$$g(x) = \frac{(\sqrt{2} + 1)(x - \alpha)^2 - (\sqrt{2} - 1)(x - \beta)^2}{2}$$

이다. 따라서,

$$\int_{\alpha}^{\beta} g(x) dx = \frac{1}{3}(\beta - \alpha)^3$$

이다.

과학 [물리]

출제 의도

유체는 액체와 기체 두 종류로 나눌 수 있다. 유체는 실생활과 산업에 다양하게 이용되고 있기 때문에, 파스칼의 법칙을 이해하고 유체에서 적용하는 방법을 배울 필요가 있다. 본 문항에서는 외부에서 피스톤에 가하는 힘이 바뀔 때 압력이 전달되는 것을 이해하고 중학교 과학에서 배운 보일의 법칙에 적용하여 최종적으로 기체의 부피가 얼마나 변하는지를 묻고 있다. 두 개의 물리 법칙을 복합적으로 응용할 수 있는 능력을 살펴보고자 했다.

문항 해설

[1-1]

액체 위에 있는 피스톤이 정지해 있으므로 역학적 평행 상태에 있다. 액체 윗면에 작용하는 힘 PA (위 방향)는 아래 방향의 힘 P_1A 와 피스톤의 무게 Mg 의 합과 평형을 이룬다. 즉, 액체 윗면의 압력은 $(P_1A + Mg)/A$ 이다.

액체 아래에 있는 피스톤은 정지해 있으므로 역학적 평행 상태에 있다. 액체 아랫면에 작용하는 힘 $P'A$ (아래 방향)와 피스톤의 무게 Mg 의 합은 액체에서 위로 향하는 힘 P_2A 와 평형을 이룬다. 즉, 액체 아랫면의 압력은 $(P_2A - Mg)/A$ 이다.

[1-2]

제시문 (나)에 의해서 P 와 P' 는 $P' = P + \rho gh$ 의 관계가 있다. [1-1]에서 구한 P 와 P' 의 표현을 사용하여 h 를 P_1, M, g, ρ, A 를 사용하여 표현할 수 있는 능력을 파악하고자 함.

[1-3]

P_1 과 P_2 사이의 관계식을 세우면 외부 압력 P_1 이 변할 때, P_2 가 얼마나 변하는지 구할 수 있다. 초기 부피와 초기 압력, 그리고 나중 압력을 알고 있으면 보일의 법칙을 사용하여 기체의 최종 부피를 구할 수 있는 능력을 파악하고자 함.

채점기준

하위문항	채점 기준	배점
1	답이 맞으면 윗면: $P_1 + Mg/A$ (10 점) 아랫면: $P_2 - Mg/A$ (10 점) 또는 $1.5P_1 - Mg/A$ 풀이 과정이 논리적이면 (10 점)	30
2	답이 맞으면 (15 점) $h = \frac{0.5P_1 - 2Mg/A}{\rho g}$ 풀이 과정이 논리적이면 (15 점) $P' = P + \rho gh$ $P_2 = 1.5P_1$ $\rho gh = (P_2 - Mg/A) - (P_1 + Mg/A) = 0.5P_1 - 2Mg/A$	30

3	<p>풀이 과정이 논리적이면 (15 점) [1-2]에서 $P_2 = P_1 + \rho gh + 2Mg/A = 1.5P_1$ 즉, $\rho gh + 2Mg/A = 0.5P_1$으로 일정하다. 외부 압력이 원래 값의 3배인 $3P_1$으로 증가하면, $P_2' = 3P_1 + 0.5P_1 = 3.5P_1$ 이 된다.</p> <p>기체의 최종 압력이 맞으면 (10 점) $P_2' = 3P_1 + 0.5P_1 = 3.5P_1$이 된다.</p> <p>최종 답이 맞으면 (15 점) $P_2 V_0 = P_2' V, V = \frac{1.5P_1 V_0}{3.5P_1} = \frac{3}{7} V_0$</p>	40
---	---	----

예시 답안

[1-1]

액체의 윗면의 압력은 P_1 과 피스톤에 의한 압력의 합이다.

윗면: $P_1 + Mg/A$

아랫면에서의 압력은 P_2 에서 아래 피스톤에 의한 압력을 빼면 된다.

아랫면: $P_2 - Mg/A$

[1-2]

액체의 무게 때문에 받는 압력 = 액체 윗면에서의 압력 - 액체 아랫면에서의 압력

$$P_2 = 1.5P_1$$

$$\rho gh = (P_2 - Mg/A) - (P_1 + Mg/A) = 0.5P_1 - 2Mg/A$$

$$h = \frac{0.5P_1 - 2Mg/A}{\rho g}$$

[1-3]

[1-2]에서 $P_2 = P_1 + \rho gh + 2Mg/A = 1.5P_1$

즉, $\rho gh + 2Mg/A = 0.5P_1$ 으로 일정하다.

외부 압력이 원래 값의 3배인 $3P_1$ 으로 증가하면, $P_2' = 3P_1 + 0.5P_1 = 3.5P_1$ 이 된다.

온도의 변화가 없으므로 이상기체의 PV 는 일정하다.

$$P_2 V_0 = P_2' V, V = \frac{1.5P_1 V_0}{3.5P_1} = \frac{3}{7} V_0$$

즉, 3/7배로 변한다.

과학 [화학]

출제 의도

- 공유결합 내의 전기음성도 차이에 의하여 발생하는 분자의 극성을 이해하는지 평가함.
- 루이스 전자점식 및 전자쌍 반발 원리를 활용하여 분자의 구조를 구할 수 있는지 평가함.
- 분자의 구조와 극성의 이해를 기반으로 분자의 루이스 산/염기성을 정의할 수 있는지 평가함.

문항해설

- 【1-1】** (나) 에 제시된 내용을 바탕으로 NF_3 의 루이스 전자점식과 분자구조를 올바르게 표현하고, (가) 에 제시된 내용을 바탕으로 NF_3 의 극성을 제대로 이해하는지 평가함.
- 【1-2】** (나) 에 제시된 내용을 바탕으로 벤젠의 분자구조를 제대로 이해하고, 올바르게 표현하는지 평가함.
- 【1-3】** (가),(나),(다) 에 제시된 화합물의 극성 여부 및 분자구조의 이해를 기반으로 산/염기성을 구분하는지 평가하고, (나),(다) 에 제시된 내용을 바탕으로 염기와 물의 반응성을 제대로 파악하고 있는지 평가함.

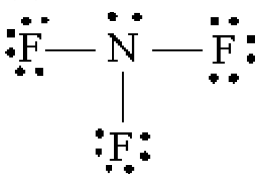
채점기준

하위문항	채점 기준	배점
1	1. (ㄱ) 모든 원자가 전자개수 26개 표시 여부 (결합은 선으로 표시가능) 10점 (ㄴ) 옥텟 규칙 만족 여부 5점 (ㄷ) 중심원자 N 으로 선정여부 5점 2. (ㄱ) 루이스 전자점식에 근거하여 사면체구조 표시여부 10점 (ㄴ) 3개의 F 와 하나의 비공유 전자쌍 표시 여부 10점 (ㄷ) N에서 F 로의 세 개의 쌍극자 모멘트 방향 표시 여부 (쌍극자 모멘트의 합 표시 가능) 10점	50
2	(ㄱ) 탄소와 이웃하는 수소와의 단일 공유결합 표시 5점 (ㄴ) 탄소와 이웃탄소와의 공명 구조 표시 여부 5점 (ㄷ) 벤젠의 평면구조 표시 5점 (ㄹ) 탄소원자들의 결합각 120° 표시 여부 5점	20
3	(ㄱ) 세가지 화합물의 분자구조에 기반한 쌍극자 모멘트 합이 0 이 아니며 중심 원자에 비공유 전자쌍을 가진 화합물로 NH_3 선택 여부 10점 (ㄴ) 극성 분자인 NH_3 의 분자구조에서 비공유 전자쌍이 전자쌍 제공함으로써 염기임을 설명 여부 10점 (ㄷ) NH_3 와 H_2O 의 반응으로 생성되는 NH_4^+ 이온의 정사면체 분자 구조 표시 여부 10점	30

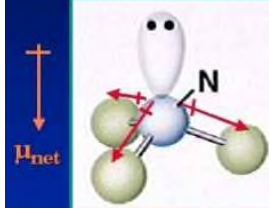
예시답안

【1-1】

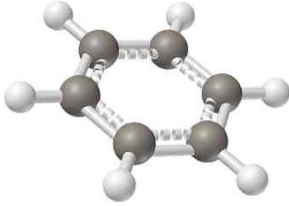
(1)



(2)



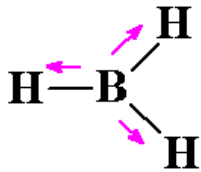
【1-2】



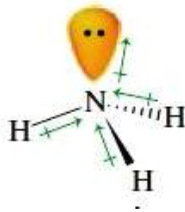
【1-3】

NH3 가 염기성이다.

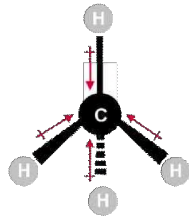
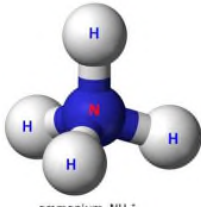
이유: BH3, CH4 는 (가),(나)에 근거하여 무극성 분자이며, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없다.
NH3 는 (가),(나)에 근거하여 극성 분자이고, 비공유 전자쌍 방향으로 쌍극자 모멘트가 큰 값을 가진다. (다) 에 근거하여 NH3 는 비공유 전자쌍을 쉽게 제공할 수 있으므로 염기이다.



NH3 는 H2O 와 정사면체 구조를



반응하여 H+를 제공받아 NH4+ 이온이 되고, 나타낸다.



과학 [생명과학]

출제 의도

- 항상성은 원활한 생명 현상과 직결되는 아주 중요한 생체내의 생화학적 특징으로 고등학교 생명 과학 I의 '항상성과 건강' 단원의 핵심 내용 중 하나임.
- 생명 과학 수업을 통해 알게 된 지식을 바탕으로 생명 현상의 이해와 함께 체내 항상성과 관련된 내용을 얼마나 통합적으로 이해하고 적용할 수 있는가를 파악하고자 함.
- 특히 '항상성'과 관련된 배양 지식을 통하여 생명 현상과 직결되는 신경계 및 내분비계 활동의 중요성을 논리적으로 잘 표현할 수 있는지를 평가하고자 함.

문항해설

- 【1-1】** 본 문항은 (가)에 제시된 내용의 이해 및 교과 과정관련 배경 지식을 바탕으로 생명 현상 유지와 관련된 항상성의 중요성을 설명하고 항상성 유지에 중요한 두 가지 신호 전달 방식(신경계와 내분비계)의 차이점을 비교설명 할 수 있는지를 알아보하고자 함.
- 【1-2】** 항상성 유지의 한 가지 예로 혈당량 조절과 관련된 핵심 호르몬들의 특징을 이해하고 관련된 신호 전달 기전의 활성화에 관련된 체내 특정 상황을 설명할 수 있는지를 알아보하고자 함.
- 【1-3】** 생명 현상 유지와 관련된 중요한 항상성 유지의 또 다른 예로 체액의 삼투압 조절과 관련된 주요 호르몬의 특징을 이해하고 관련된 신호 전달 기전을 설명할 수 있는지를 알아보하고자 함.

채점기준

하위문항	채점 기준	배점
【1-1】 (1)	본문 내용 정리 및 해당내용 모두 표기 시 [① 외부 환경이 변하더라도 체내 상태는 일정하게 유지되어야 생명 현상 유지 가능, ② 생명 현상 유지와 관련된 주요 항상성 예시 서술 (예: 체온 유지, 심장 박동 조절, 혈압 유지, 혈액 중 산소와 이산화 탄소의 농도 조절 등의 항상성 유지에 문제가 발생하면 생명 현상 유지에 어려움 발생)] 20점: 위 내용 중 한 가지만 서술만 맞을 시 10점: 상기 내용 이외의 내용 서술 5점: 틀린 내용 서술은 0점	20
【1-1】 (2)	해당내용 모두 표기 시 ① 신경 세포 신호 전달 특징으로 직접적 신호 전달 (혹은 빠른 신호 전달), ② 호르몬 신호 전달 특징으로 혈액(혈관) 이동을 통해 표적 기관에 작용 (혹은 느린 신호 전달, 혹은 긴 지속 시간), ③ 호르몬에 의한 신호 전달이 더 넓은 범위에 작용) 20점: 위 세 가지 중 두 가지 내용만 표기 시 15점: 위 세 가지 중 한 가지만 표기 시 10점: 기타 관련 내용 서술 5점: 틀린 내용 서술은 0점	20
【1-2】 (1)	① 저혈당 상태, ② 이자의 α 세포에서 글루카곤 분비 모두 표기시 10점: 한 가지만 맞을 시 5점: 틀린 내용 0점	10
【1-2】 (2)	해당내용 모두 표기 시 ① 부교감 신경 활성을 통해 이자에서 증가되는 호르몬은 인슐린, ② 인슐린은 포도당을 흡수하여 간에서 글리코겐으로 전환하여 저장 (혹은 포도당 소비 촉진하여 혈당량을 낮춤), ③ 체내 혈당량이 높을 때) 25점: 위 세 가지 중 두 가지 내용만 표기 시 10점: 위 세 가지 중 한 가지만 표기 시 5점: 기타 관련 내용 서술 5점: 틀린 내용 서술은 0점	25
【1-3】	해당내용 모두 표기 시 ① 항이노 호르몬(ADH), ② 뇌하수체 후엽에서 분비, ③ 콩팥(신장)에서 수분 재흡수 촉진) 25점: 위 세 가지 중 두 가지 내용만 표기 시 10점: 위 세 가지 중 한 가지만 표기 시 5점: 기타 관련 내용 서술 5점: 틀린 내용 서술은 0점	25

【1-1】

(1) 외부 환경이 변하더라도 항상성 유지를 통해 체내 상태는 일정하게 유지되어야 생명 현상 유지 가능하다. 항상성의 예로 체온 유지, 심장 박동 조절, 혈압 유지, 혈액 중 산소와 이산화 탄소의 농도 조절, 삼투압 조절, 혈당량 조절이 있으며, 이러한 체내 현상의 유지에 문제가 생기면 생명 현상 유지에 어려움 발생한다.

(2) 신경계 신호 전달의 특징은 뉴런(신경 세포)과 직접 연결된 세포의 신호 전달로 빠르고 즉각적인 신호 전달이 이루어진다. 그러나, 내분비계에 의한 신호 전달은 혈액(혈관)으로 분비된 호르몬이 이동하여 특정 표적 기관(세포)에 작용하기 때문에 신경계 신호 전달보다 느리고 더 넓은 범위에서 작용하게 된다.

【1-2】

(1) 장시간의 영양 공급 부족으로 저혈당 (정상 보다 낮은 혈당량) 상태일 것으로 예상되며, 이러한 상황에서는 혈당량을 높일 수 있는 글루카곤이 이자의 α 세포에서 분비되어야 한다.

(2) 부교감 신경의 활성을 통해 이자에서 증가되는 호르몬은 인슐린이다. 인슐린은 포도당을 흡수하여 간에서 글리코겐으로 전환하여 저장하거나 포도당 소비 촉진하여 혈당량을 낮출 수 있다. 그러므로, 인슐린 증가는 혈당량 수치가 높을 때 생성/분비가 증가하게 된다.

【1-3】

체액의 삼투압이 높아지면 간뇌의 시상하부에서 생성된 항이뇨 호르몬(ADH)이 뇌하수체 후엽을 통해 분비가 증가된다. 증가된 항이뇨 호르몬은 콩팥(신장)에서 수분의 재흡수를 촉진하여 체액의 삼투압이 떨어지게 할 수 있다.

과학 [지구과학]

출제 의도

최근 한반도에서 일어난 수 차례의 지진은 한반도가 더 이상 지진의 안전지대가 아님을 상기시켜 주었다. 본 문항을 통해 지진 활동이 일어나는 원인을 판구조론과 연계해서 설명할 수 있는지를 점검하고, 언론을 통해 접할 수 있는 '진도', '규모' 등 지진의 총 에너지를 표기하는 용어에 대한 이해 정도와 응용력을 평가하고자 한다. 또한 지권과 수권의 상호작용으로 인해 지진의 피해가 해양에서 지진 해일(쓰나미)로 나타날 수 있음을 상기하며 이에 대한 원인 파악과 대처 등을 고민하도록 문제를 구성하였다.

문항해설

1-1. 제시문 (가)에서는 지진의 발생 원인을 응력에 비례하는 변형의 발생, 탄성 구간을 초과했을 때의 취성 파괴, 탄성 에너지의 축적과 방출 등 물리적인 관점에서 설명하였다. 이를 판구조론과 연계하여 '판', 즉 암석권의 특성이 어떻게 지진의 발생 조건을 만족시키는지 서술하게 함으로써 지구 내부 구조에 대한 이해, 판구조론 지식, 물리적 해석 능력을 평가하고자 한다.

1-2. 제시문 (나)에서 지진의 에너지를 리히터규모로 표현하는 수식을 소개하였다. 이 수식을 이용하여 최근의 경주 지진의 에너지 비를 유추하게 하여 수식의 응용 능력을 평가하고자 한다.

1-3. 제시문 (나)와 (다)에서 지진의 규모와 해양 내에서 발생할 수 있는 지진 해일(쓰나미)의 발생 원인에 대해 설명하였다. 본 제시문을 바탕으로 해저 단층운동(수평 및 수직)과 쓰나미의 상관관계를 유추하고, 과학적이고 체계적으로 서술할 수 있는 능력을 평가하고자 한다.

채점기준

하위문항	채점 기준	배점
1-1	지진 발생 조건 두 가지를 판의 경계의 성질과 바르게 연결해 설명한 경우: 40점 지진 발생 조건 한 가지를 판의 경계의 성질과 바르게 연결해 설명한 경우: 25점 제시문에서 지진 발생 조건 두 가지를 모두 찾아 언급했으나 판의 경계의 성질과 연결하지 못한 경우: 10점 제시문에서 지진 발생 조건 한 가지를 찾아 언급했으나 판의 경계의 성질과는 연결하지 못한 경우: 5점	40
1-2	정량적인 값(약 10배)과 설명 모두 맞을 경우: 30점 올바른 설명을 제시했으나 계산 오류로 답이 틀렸을 경우: 20점 정량적인 값(약 10배)은 맞으나 설명에 오류가 있을 경우: 10점 정량적인 값(약 10배)은 맞으나 설명이 전혀 없을 경우: 5점	30
1-3	수직단층은 바다의 체적(부피)을 변동시켜 쓰나미를 발생시키고, 수평단층은 체적의 변화가 없어서 발생시키지 못함을 설명: 30점 수평단층은 체적 변화가 없어 쓰나미 발생 시키지 않음을 설명: 20점 수직단층의 체적(부피) 변동에 의해 쓰나미 발생을 설명한 경우: 10점 수직단층 또는 수직단층만 올바르게 언급하고 이류를 설명하지 않을 경우: 각각 2점	30

예시답안

1-1. 지진이 발생하기 위해서는 첫째, 힘이 한계점까지 쌓일 수 있는 움직임이 있어야 하고 둘째, 파괴가 일어나야 하므로 대상이 액체처럼 흐르는 성질을 가지지 않아야 한다. 두 번째 조건을 고려할 때 부분적으로 용융된 연약권은 흐르는 성질이 있기 때문에 연약권에서는 지진이 발생할 수 없고, 단단한 고체로 된 암석권에서만 지진이 발생할 수 있다. 또한 판의 내부에서는 움직임이 거의 없지만, 판의 경계에서는 판이 새로이 만들어져 각각 반대 방향으로 이동하거나(발산형 경계) 혹은 판이 소멸되며 밀도가 높은 판이 밀도가 낮은 판의 아래로 침강하거나(수렴형 경계) 판과 판이 서로 엇갈리거나(변환단층) 하는 등의 움직임이 존재한다. 따라서 첫 번째

조건을 고려할 때 판과 판의 경계에서는 지진이 발생할 확률이 증가한다.

1-2. 본진의 에너지를 E_2 , 전진의 에너지를 E_1 라고 하면 리히터 규모와 지진의 에너지 사이의 관계식으로 주어진 식을 따라

$$\log E_2 = 11.8 + 1.5M_2$$

$$\log E_1 = 11.8 + 1.5M_1$$

위의 식에서 아래 식을 빼면,

$$\log E_2 - \log E_1 = \log \left(\frac{E_2}{E_1} \right) = 11.5 \times (M_2 - M_1)$$

따라서 $\frac{E_2}{E_1} = 10^{1.5 \times (5.8 - 5.1)} = 10^{1.05}$, 본진의 에너지는 전진 에너지의 약 10배이다.

1-3. 쓰나미 발생에 관여하는 단층은 수직단층이다. 수직단층(해저의 융기나 침하)는 바다의 체적(부피)을 변동시키며, 그 변동이 그 위의 물기둥에 그대로 전달되어 쓰나미를 발생시킨다. 쓰나미를 발생시키지 않는 수평단층은 바다의 부피 변화가 없어서 쓰나미를 발생시키지 않는다.