2014학년도 경북대학교 대학입학전형 수시모집

AAT 자연계열 해설

1. 경북대학교 자연계열 AAT 고사의 목적과 출제의 기본 방향

가) 목적 - AAT고사는 지식기반사회에 부응하는 통합적이고 논리적인 사유를 하는 인재를 선발하고 육성하기 위한 것으로서, 암기 위주의 교육에서 벗어나 자기 주도적인 학습능력, 독서와 토론 등을 통한 사고능력의 배양을 목적으로 한다.

나) 출제의 기본 방향 - 자연계열 AAT고사는 고등학교 자연계열 교과목에 나오는 기본 개념과 원리에 대한 이해력을 바탕으로 주어진 문제를 풀어가는 논리적 분석력 및 사고력, 문제해결능력 등을 객관적으로 평가할 수 있는 문제를 출제한다. 고등학교 교육과정과 관련된 내용을 제시하고, 이에 대한 이해력과 분석력, 논리적 사고력과 문제해결능력 등을 객관적으로 평가할 수 있는 문제를 출제한다. 출제 유형은 제시문과 함께 주어진 다수의 문항 각각에 대해 답하는 단답형 혹은 약술형이다.

2. 출제 의도

2014학년도 경북대학교 AAT고사 자연계열 문항에서는 '뉴튼의 방정식 풀이 방법', '꺾은선도형과 직선의 기울기', '밀리칸의 전하량 측정 실험', '산과 염기의 중화 반응', '선천성 면역 반응과 후천성 면역 반응과의 연계성', '망원경의 기능' 등 다양한 소재를 이용하여 자연 현상을 설명하는 수리·과학적 원리와 이 원리를 실생활에 적용한 사례를 파악할 수 있는 능력을 평가함으로써 융합 시대에 걸 맞는 우수한 인재를 선발하는 데 목적을 두었다. 단순 지식뿐만 아니라, 문장에 대한 독해력, 자료 해석 능력, 논리적 사고력, 추론 능력 등을 종합적으로 평가하고, 습득된 지식을 실제 상황에서 응용할 능력이 있는지 여부를 평가하고자 하였다.

3. 문항의 구성 및 특징

이번 AAT 문제는 중 · 고등학교 교육과정을 바탕으로 출제한 것으로서 그 주제 및 제시문은 대부분 중 · 고등학교 인문사회계열과 자연계열 교과서 모두에 수록된 내용과 직·간접적으로 관련되어 있다. 따라서 교육과정을 정상적으로 마친 학생이면 AAT 문제에 접근하는 데 큰 어려움이 없도록 문제의 난이도를 조정하였다.

수학(문제1) : 뉴튼의 방정식 풀이 방법 - 방정식 근의 근삿값을 구하는 뉴턴의 방법을 소개하고 실제 상황에 적용하는 과정을 통하여, 중간값 정리 등 필요한 수학적 지식들을 적절하게 사용할 능력이 있는지 평가하고자 하였다.

수학(문제2) : 꺾은선 도형과 직선의 기울기 - 정사각형 속의 꺾은선 도형의 성질을 조사하여 직선의 기울기와 유리수와의 관계 등을 알아가는 과정을 통하여 수학적 사고력, 추론 능력 등을 평가하고자 하였다.

물리: 밀리칸의 전하량 측정 실험 - 밀리칸 실험의 배경이 되는 중력과 부력, 공기 저항력, 전기력, 힘의 평형 등을 다루고 있다. 각종 힘의 표현 방법과 힘의 평형에 대한 개념, 복수의 방정식을 세워 답을 구하는 능력을 평가하고자 하였다.

화학: 산과 염기의 중화 반응 - 오비탈, 산과 염기의 정의, 산과 염기의 중화 반응 등 기초적 지식을 바탕으로 전자배치와 원자의 크기와의 관계, 전기전도도와 산의 양과의 관계 등을 종합적으로 분석하는 능력을 평가하고자 하였다.

생명 과학: 선천성 면역 반응과 후천성 면역의 연계성 - 병원체에 대한 방어기작인 면역 반응을 소개하고, 염증 반응 과정, 면역반응에서의 림프절의 중요성, 체액성 면역과 세포성 면역 반응의 차이 등에 대한 이해 정도를 평가하고자 하였다.

지구 과학: 망원경의 기능 - 망원경의 주요한 세 가지 기능인 빛을 모으는 기능과 두 점을 분간해 낼 수 있는 기능, 멀리 있는 사물을 가까이 있는 것처럼 보이게 하는 기능에 사용된 파장의 길이, 렌즈의 초점거리, 관측 시간 사이에서 나타나는 관계식을 이해하는 능력을 평가하고자 하였다.

4. 문항 해설

1) 수학 I

● **관련 교과서 내용**

☞ 고등학교 교과서『미분과 적분 』‘연속함수의 성질’, ‘정적분의 활용’, ‘접선의 방정식’『수학 』 ‘도형의 방정식’

● **출제 배경**

본 문제에서는 정적분, 접선의 방정식 및 연속함수의 성질 등을 얼마나 이해하고 실생활에 이용할 수 있는지를 다루고 있다. 전체 물음에서 다루어진 통나무 단면의 면적비교에 대한 함수와 이 함수의 근을 찾는 문제는 수학뿐만 아니라 실생활에서 접할 수 있는 정적분의 활용문제로 자연과학 전반에 두루 나타나는 현상을 이해하기 위한 중요한 도구의 예이다. 본 문제의 해결을 위해 요구되는 수학적 지식은 정적분의 계산, 접선의 방정식 및 방정식의 근의 존재성 및 근삿값 찾기 등 고등학교 교과과정에서 다루어지는 내용이다. 문제 해결과정을 통하여 생활 속의 사소한 사례로부터 수학적 사실을 예측하고 확인하여 나가는 계산 및 추론 능력, 사고력 등을 종합적으로 판단하고자 하였다.

● **문항 해설**

【물음 1】과 【물음 2】, 【물음 3】은 서로 연결되어 있으며, 【물음 1】과 【물음 2】는 【물음 3】의 문항을 해결하기 위한 단서가 되도록 구성하였다. 먼저 【물음 1】에서는 미분가능한 함수에 대한 접선의 방정식을 이용하여 방정식의 근삿값을 찾는 뉴턴의 방법에 대한 공식유도를 묻고 있다. 【물음 2】에서[제시문 3]에서 정의한 연속함수의 근의 존재성을 묻는 문제로써 [제시문 1]의 중간값 정리를 활용할 수 있는지를 판단하고자 하였다. 【물음 3】에서는 [제시문 3]의 상황을 구체적으로 제시하고 연속함수 $S(t)$를 정적분을 활용하여 추론하고 이에 대한 방정식의 근에 근삿값을 찾기 위하여 [물음 1] 및 [제시문 2]를 근거로 하여 제2차 근삿값을 계산하도록 유도하였다.

【물음 1】 미분가능한 함수에 대한 접선의 방정식을 세우고 이 함수에 대한 x절편을 구하여 뉴턴 방법의 공식을 유도하는 기초 미적분학의 지식을 묻는 쉬운 문제이다.

【물음 2】 주어진 상황에서 유추되는 연속함수 $S(t)$에 대한 성질을 묻는 문제이다. 특히, [제시문 3]의 상황에 근거하여 연속함수 $S(t)$가 근을 가짐을 중간값 정리를 활용하여 증명할 수 있는지를 묻고 있는 수학적 추론능력을 판단하고자 하였다.

【물음 3】 【제시문 3】의 상황을 구체적으로 제한하고 정적분을 활용하여 연속함수 $S(t)$를 추론할 수 있는지를 판단하고자 하였다. 또한 이 연속함수에 대한 근의 존재성을 [물음 2]로부터 인지하고 이에 대한 근삿값을 [물음 1]을 이용하여 계산할 수 있는지에 대한 계산능력을 판단하고자 하였다.

● **답안 예시**

수학(문제 1)

【물음 1】

기울기가 $f'(x_0)$이고 점 $(x_0,\ f(x_0))$을 지나는 접선의 방정식은 $y-f(x_0)=f'(x_0)(x-x_0)$이다.

이 접선의 x절편 x_1은 $x_1=x_0-\dfrac{f(x_0)}{f'(x_0)}$이다.

【물음 2】

① [제시문 3]의 사실로부터 $a(-1)=0$임을 알 수 있다. 따라서 $S(-1)=a(-1)-a_0=-a_0<0$이다.

② $S(1)$은 B와 A의 단면적차이이므로 $S(1)>0$이다.

③ 따라서 0은 연속함수 $S(t)$의 함수값 $S(1)$과 $S(-1)$사이에 존재하므로 [제시문 1]에 의하여 방정식 $0=S(t)-0=S(t)$는 닫힌 구간 $[-1,\ 1]$에서 적어도 하나의 근을 가진다.

【물음 3】

① [제시문 3]으로부터 $S(t)=\int_{-1}^{t}(1-x^2)dx-1=t-\dfrac{t^3}{3}-\dfrac{1}{3}$이다. 또한 $S'(t)=1-t^2$이다.

② 따라서 [물음 1]로부터 $t_k=t_{k-1}-\dfrac{S(t_{k-1})}{S'(t_{k-1})}=\dfrac{1-2t_{k-1}^3}{3(1-t_{k-1}^2)}$ 임을 알 수 있다.

③ 위의 공식으로부터 제1차 근삿값은 $t_1=t_0-\dfrac{S(t_0)}{S'(t_0)}=\dfrac{1}{3}$이다.

④ t_1의 값으로부터 제2차 근삿값은 $t_2=t_1-\dfrac{S(t_1)}{S'(t_1)}=\dfrac{25}{72}$이다.

2) 수학2

● **관련 교과서 내용**

☞ 고등학교 교과서『수학 』‘평면좌표’, ‘도형의 방정식’, ‘도형의 대칭이동’, ‘유리수의 성질’

● **출제 배경**

본 문제에서는 도형의 대칭이동과 유리수의 성질을 얼마나 이해하고 실생활에서 이용할 수 있는지를 다루고 있다. 전체 문제를 통하여 다루어진 정사각형 속의 꺾은선 도형은 수학뿐만 아니라 물리학의 양자들의 움직임, 레이저 광선의 움직임 등의 자연과학 전반에 두루 나타나는 현상을 이해하기위한 중요한 도구가 되는 주제이다. 본 문제의 해결을 위해 요구되는 수학적 지식은 두 점 사이의 거리, 도형의 대칭이동, 유리수의 정의 등 고등학교 교과과정에서 기초적으로 다루어지는 내용이다. 문제를 해결과정을 통하여 생활 속의 사소한 사례로부터 수학적 사실을 예측하고 확인하여 나가는 수학적 사고력, 추론 능력을 종합적으로 판단하고자 하였다.

● **문항 해설**

【물음 1】과 【물음 2】,【물음 3】은 순차적으로 서로 연결되어 있어 한 물음이 다음 물음의 단서가 되도록 구성하였다. 먼저 【물음 1】에서는 여러 번 꺾인 꺾은선의 길이를 구하는 방법을 다루고 있으며, 물음 2】에서는 이를 응용하여 정사각형 속의 꺾은선 도형의 길이를 구체적인 예를 통하여 경험하게 한다. 【물음 3】에서는 꺾은선 도형의 모양과 직선의 기울기, 직선의 기울기와 선분의 길이와의 관계를 유도하게 한다.

【물음 1】 한 번 꺾은선의 길이를 구하는 방법을 두 번 꺾은선의 길이 구하는데 사용할 수 있음을 묻고 있는 쉬운 문제이다. 그러나 점의 선대칭 등 초급기하지식을 요구하고 있다.

【물음 2】 기울기가 $\frac{2}{3}$로 출발한 정사각형 속의 꺾은선의 길이를 직접 하나하나 펼쳐 그 길이를 구하는 경험을 하도록 유도하고 있다. 그 과정을 통하여 기울기가 펼쳤을 때의 끝점의 좌표와 밀접한 관련이 있음을 은연 중 암시하고 있다. 이의 해결을 위하여 【제시문 2】를 정확히 읽고 이해하여야 하며, 선대칭을 익숙하게 다룰 수 있어야 한다.

【물음 3】【물음 2】에 암시된 내용을 구체화 하는 과정을 묻고 있다. 기울기를 유리수로 일반화 했을 때, 예상되는 결과를 예측할수 있어야 하고 그 사실을 확인할 것을 요구 하고 있다. 꺾은선 도형의 모양과 직선의 기울기, 직선의 기울기와 선분의 길이와의 관계에 대한 통합적으로 사고 능력을 묻고자 하였다.

● **답안 예시**

수학(문제 2)

【물음 1】

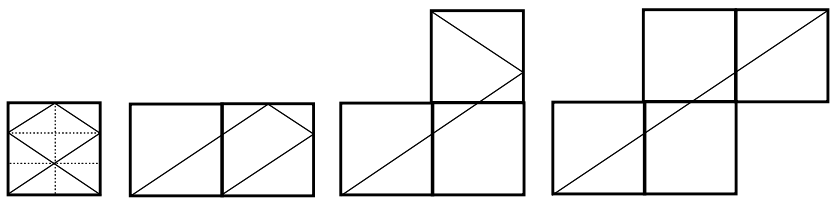
점 $P(1,3)$의 y축 대칭점 P'의 좌표는 (-1, 3),

점 $P'(1,3)$의 x축 대칭점 P''의 좌표는 (-1, -3)이다.

직선 RQ의 기울기는 직선 $P''Q$의 기울기와 같고 Q의 좌표가 (2, 6)이므로,

직선 RQ의 기울기는 $\frac{3+6}{1+2}=3$이다.

【물음 2】 꺾은선의 모양은 아래 그림 (a)와 같다.



(a) (b) (c) (d)

반직선이 변에 도달할 때 마다 정사각형(지나온 부분을 제외한 꺾은선 포함)을 변에 대하여 대칭시키면 순차적으로 그림 (b), 그림 (c)그림 (d)를 얻을 수 있다.

따라서 꺾은선의 길이는 피타고라스정리에 의하여, $\sqrt{3^2+2^2}=\sqrt{13}$ 이다.

【물음 3】 ① 기울기가 $\frac{q}{p}$인 직선은 정수점 (p, q)를 지난다.

② p, q가 서로 소인 자연수이므로 (p, q)는 직선이 만나는 최초의 정수점이다.

③ 원점과 점(p,q)를 잇는 선분을 【제시문 2】을 이용하여 꺾은선으로 바꾸면

l의 출발 기울기가 $\frac{q}{p}$일 때의 꺾은선이다.

④ 따라서 꺾은선꺾은선의 길이는 원점에서 (p, q)까지의 거리인 $\sqrt{p^2+q^2}$ 이다.

3) 물리

● **관련 교과서 내용**

☞ 고등학교 교과서『물리 1』 시공간과 우주, 물질과 전자기장, 에너지

● **출제 배경**

미국의 물리학자 밀리칸(Robert A. Millikan, 1865-1953)이 1909년 일련의 실험을 통해 전하량 e의 측정 성공하였다. 이로써 전자의 전하량이 항상 정확히 같은 값을 갖는다는 톰슨의 가정을 입증하였다. 밀리칸은 공기 중에서 아주 작은 기름방울이 하나씩 떨어질 때, 그 기름방울의 정(static) 전하량을 측정하여 전자의 전하량을 구하였다. 그는 짧은 초점의 망원경으로 떨어지는 작은 기름방울을 들여다보면서 전압을 가하여 기름방울을 멈추게 함으로써 전하량을 측정하였다. 밀리칸은 전자의 전하량을 q로 하고 큰 것부터 작은 것까지 여러 종류의 기름방울에 대해 같은 실험을 반복하였다. 이 때 측정한 일련의 q값으로부터 가장 작은 기본 전하량 e를 구할 수 있었다. 기름방울에는 중력과 부력, 공기 저항력, 전기력이 작용하며 이들의 평형 관계에서부터 대전된 전하량을 구할 수 있다. 문제에서는 각종 힘의 표현 방법과 힘의 평형에 대한 개념, 복수의 방정식을 세워 답을 구하는 능력을 평가한다.

● **문항 해설**

【물음 1】과 【물음 2】, 【물음 3】은 순차적으로 서로 연결되어 있어 한 물음이 다음물음의 단서가 되도록 구성하였다. 먼저 【물음 1】에서는 중력과 부력만을 고려하였을 때 힘의 크기와 방향을 묻고 있다. 【물음 2】에서는 공기 저항력이 추가 되었을 때 알짜힘이 0이 되는 조건을 이용하여 방정식을 세우고 기름방울 반지름을 종단 속력으로 표현하는 문제이다. 【물음 3】에서는 전극 사이에 전기장이 형성되었을 때 발생하는 전기력을 추가함으로써 생기는 새로운 힘의 평형을 방정식으로 표현하고 전하량을 두 개의 측정된 종단 속력으로 표현하는 문제이다.

【물음 1】 본 물음에서는 제시문2의 실험에서 중력과 부력의 합력을 구하도록 요구하고 있다. 중력은 질량과 중력 가속도의 합인데 질량은 구의 부피와 밀도의 곱이다. 기름방울의 반지름을 알고 있다고 가정하면 구의 부피를 반지름으로 표현할 수 있다. 부력의 크기는 제시문1에 부력의 정의에 따라 공기의 밀도와 기름방울의 부피, 중력 가속도 곱으로 표현하면 된다. 부력의 방향은 중력 반대 방향으로 제시문1에 주어져 있다. 최종 답은 개별적으로 구한 중력과 부력을 합한 양이다.

【물음 2】 본 물음에서는 제시문2의 실험에서 전기장이 없을 때 측정한 종단 속력과 기름방울의 반지름 사이의 관계식을 구하도록 지시하고 있다. 종단속력에 도달한 경우 알짜힘이 0이 되는 조건을 이용하면 중력과 부력, 저항력 사이에 성립하는 방정식을 만들 수 있다. 이 방정식은 기름방울의 반지름을 전기장이 없을 때 측정한 종단 속력으로 표현할 수 있게 해 준다. 점성계수와 중력 가속도, 기름방울의 밀도, 공기의 밀도는 모두 측정 가능한 양으로 문제에서 기호로 주어져 있다.

【물음 3】 본 물음에서는 제시문2의 실험에서 전기장이 있을 때 측정한 종단 속력과 전기장이 없을 때 측정한 종단 속력을 이용하여 기름방울에 대전된 전하량을 표현하도록 지시하고 있다. 물음2의 상황에다 전기력이 추가된 상황으로서 미지의 전하량과 측정된 전기장을 곱하면 전기력이 구해지며 이를 고려해서 알짜 힘이 0이 되도록 방정식을 만든다. 물음2에서 구한 방정식과 전기장이 있을 때 구한 방정식을 연립하여 풀면 기름방울의 전하량을 두 개의 측정된 종단 속력으로 표현할 수 있다.

● **답안 예시**

물리

【물음 1】

기름방울에 작용하는 중력의 크기는 부피와 기름의 밀도이므로 $\frac{4\pi}{3}a^3\sigma g$ 이고 방향은 중력 방향이다. 기름방울에 작용하는 부력의 크기는 공기에 잠긴 기름의 부피에 해당하는 공기의 무게와 같으므로 $\frac{4\pi}{3}a^3\rho g$이고 방향은 중력과 반대 방향이다. 기름방울이 공기보다 밀도가 높기 때문에 합력의 크기는 $\frac{4\pi}{3}a^3(\sigma-\rho)g$ 이고 방향은 중력 방향이다.

【물음 2】

전기장이 없을 때 기름방울은 중력과 부력의 합력에 의해 중력 방향으로 가속 운동을 한다. 속도가 증가할수록 운동의 반대 방향으로 공기 저항력이 증가하며 합력이 0이 되면서 최종적으로 v_0의 종단 속력을 가지고 등속 운동을 하게 된다. 중력과 부력의 합은 물음 1의 결과와 같고, 공기 저항력은 방향이 반대이고 크기는 $6\pi\eta a v_0$ 이므로 전체 합력이 0이 되는 조건은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$-\frac{4\pi}{3}a^3(\sigma-\rho)g+6\pi\eta a v_0=0$$

그러므로

$a=\sqrt{\frac{9}{2}\frac{\eta v_0}{(\sigma-\rho)g}}$ 이다.

【물음 3】 전기장이 중력 방향으로 작용하면 기름방울에 있는 음의 전하 $-q$는 전기장 E 의해서 위쪽 방향의 힘 qE를 받는다. 중력과 부력에 의한 합력이 아래로 향하지만 전기력 qE는 이 힘들보다 크기 때문에 위쪽 방향으로 가속운동을 한다. 속도가 증가할수록 운동의 반대 방향인 아래 방향으로 공기 저항력이 증가하며 합력이 0이 되면서 최종적으로 v_+의 종단 속력을 가지고 등속 운동을 하게 된다. 전체 합력이 0이 되는 조건은 다음과 같다.

$$-\frac{4\pi}{3}a^3(\sigma-\rho)g-6\pi\eta a v_+ +qE=0$$

위의 식에서 물음2에서 구한 식

$$-\frac{4\pi}{3}a^3(\sigma-\rho)g+6\pi\eta a v_0=0$$

을 빼면 다음과 같다.

$$6\pi\eta a(v_0+v_+)=qE$$

전하량 q를 v_0와 v_+로 표현하면 다음과 같다.

$$q=\frac{6\pi\eta a}{E}(v_0+v_+)$$

공기의 점성 계수 η와 전기장 E는 주어진 값이고, a는 물음 2에서 구할 수 있으므로 v_0와 v_+를 실험에서 측정하여 기름방울에 대전된 전하량 크기 q를 구할 수 있다.

4) 화학

● **관련 교과서 내용**

☞ 고등학교 교과서『화학 Ⅰ』'원자의 구조', '산-염기'

● **출제 배경**

본 문항에서는 원자의 구조와 산-염기

각 문항을 풀기 위하여 요구되는 화학적 지식은 오비탈, 산과 염기의 정의, 산과 염기의 중화 반응으로 이는 고등학교 화학 I 교과과정 내에 모두 포함되어 있다. 이 내용을 논리적으로 조합하여 산의 양을 그래프로부터 알아내는 방법을 도출하도록 하였다. 본 문항을 통하여, 제시문의 해독능력, 주어진 내용을 바탕으로 한 논리적 사고력과 추론 능력을 판단하고자 하였다.

● **문항 해설**

【물음 1】

제시문에 주어진 오비탈의 전자 배치를 이해하고 이를 적용하여 에너지가 가장 낮은 상태에 있는 F 와 Br 원자의 전자배치를 도출하도록 하였다. 본 물음은 고등학교 화학 I 과정을 성실하게 이수한 학생들은 대부분 답할 수 있도록 의도 되었다.

【물음 2】

본 물음은 전자 배치와 강산 강염기의 개념을 파악하고 있는지 여부와 이 개념을 전기 전도도에 응용할 수 있는 기초적 사고력을 묻고자 하였다. 또한 강산과 약산의 개념을 이해하는데 도움을 주기 위한 출제의도를 가지고 만들어 졌다. 제시문 1에 있는 전자배치로부터 원자의 크기를 유추하고, 유추한 사실을 제시문 2에 설명되어 있는 내용과 결합하여 강산과 약산을 구별한다. 그리고 구별된 강산과 약산을 제시문 3에 설명되어 있는 전기 전도도와 연결치어 결론을 유추한다.

【물음 3】

물음 3에서는 중화반응의 개념을 이해하고, 제시문에 설명되어 있는 산염기, 중화반응, 전기 전도도의 변화를 물음에 제시된 실험 결과에 적용하여 통합적으로 활용할 수 있는 능력을 묻고자 하였다. 제시문 2에 설명을 근거로 하여 2개의 산 중에서 어느 산이 먼저 중화되는지 판단하고, 또한 각각의 산이 중화반응 완결되는 점을 찾아낸다. 중화 반응이 완결되는 점을 비교하여 각 산을 적정하는데 필요한 부피를 계산하고, 이를 이용하여 초기용액에 어느 산이 더 많이 있는지 판단한다. 그리고 이 결과를 응용하여 결론을 유추한다.

● **답안 예시**

화 학

【물음 1】

F: $1S^2 2S^2 2P^5$

Br: $1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6 4S^2 3d^{10} 2P^5$

【물음 2】

1) F는 주양자수를 최대 2까지 가지고, Br 은 주양자수를 최대 4까지 가진다.
2) F 가 Br 보다 크기가 작다 (혹은 Br 보다 F 의 크기가 크다).
3) 제시문 2에 의거하여 HF 사이의 결합력이 HBr사이의 결합력 보다 크다. (혹은 HBr 사이 결합력이 HF 보다 작다).
4) 그러므로 HF 가 HBr 보다 해리되기 어렵다.
5) HF 수용액에 적은 농도의 이온이 생성된다 (혹은 HBr 용액에 높은 농도의 이온이 생성된다).
6) HBr 의 전기 전도도가 HF 보다 크다 (혹은 HF 의 전기 전도도가 HBr 보다 작다).

【물음 3】

0 mL
HBr은 강산이므로 해리가 많이 되어 있고, HF 는 약산이므로 적게 해리 되어 있다. 그러므로 NaOH 0 mL를 넣었을 때 Br^- 이 가장 많이 있다.

30 mL
HBr을 중화시키는데 10 mL 의 NaOH 가 사용되었고, HF를 중화시키는데 20 mL 의 NaOH 가 사용되었다. 그러므로 초기 용액에 포함되어 있던 HF 의 양이 HBr 보다 더 많다. 그러므로 2개의 산이 모두 해리된 시점에서 F^- 의 양이 가장 많다.

5) 생명과학

● **관련 교과서 내용**

☞ 고등학교 교과서『생명 과학 I』‘방어 작용’

● **출제 배경**

고등학교『생명 과학 I』방어 작용 단원에서 질병과 병원체의 개념을 소개하면서, 우리 몸에 들어온 병원체를 제거하기 위한 방어 작용인 선천성 면역 반응과 후천성 면역 반응의 연계성에 관해 다루고 있다.

본 제시문 에서는 우리 몸의 방어 기작인 선천성(비특이적) 면역 반응과, 체액성 면역 반응과 세포성 면역 반응으로 구분되는 후천성(특이적) 면역 반응의 두 가지를 요약하여 설명하고 있다. 본 문항에서는 먼저, 상처 부위에서 일어나는 염증 반응의 과정을 얼마나 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 또한 병원체를 제거하기 위한 다수의 방어 기작에 참여하는 림프구로 가득 채워진 림프절의 중요성을 얼마나 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 그리고 침투한 항원에 의해 림프절에 있는 활성화된 림프구의 크기가 커지고, 항체를 분비하는 형질세포와 세포 독성 T 림프구의 수가 증가하여 림프절이 붓는 이유를 이끌어낼 수 있는 능력을 판단하고자 하였다. 본 문항을 통해 우리 몸에 침입한 병원체의 종류와 특성에 따라 체액성 면역 또는 세포성 면역 반응이 어떻게 서로 다르게 일어나며, 또한 어떠한 과정을 통하여 병원체를 제거하는지에 대한 이해의 깊이를 평가하고자 하였다.

● **문항 해설**

(1) 염증 반응 시, 상처 부위가 빨갛게 부어오르고, 열이 나며, 통증이 일어나는 것은 혈관의 확장과 혈관의 투과성 증가와 밀접한 연관성을 갖고 있다. 본 문항은 염증 반응 과정에서 혈관의 구조와 특성을 얼마나 이해하는지 묻고자 하였다.

(2) 면역 반응에서 림프구로 가득 채워진 림프절의 중요성을 얼마나 이해하고 있는지를 묻고자 하였다. 또한 조직과 기관의 성장은 세포 수 증가 및 세포 크기의 증가를 통해 이루어진다는 개념을 이해하고, 림프절과 연계한 지식의 활용능력을 묻고자 하였다.

(3) 항체는 단지 특이 항원을 파괴하기 위해 표시하고, 무력화된 항원을 파괴하는 것은 선천성 면역 반응 주된 세포인 대식 세포에 의해 이루어진다는 내용을 얼마나 이해하는지 묻고자 하였다. 또한, 바이러스의 특성이 무엇인지 먼저 알고, 그 근거로 세포성 면역 반응에 의해 바이러스에 감염된 세포가 파괴된다는 결론을 이끌어 내는 능력을 판단하고자 하였다.

● **답안 예시**

생명 과학

1)

1. **혈관이 확장되어** 혈류량이 증가하므로, 피부가 붉어진다.

2. 얇은 막을 가진 **모세 혈관의 투과성이 증가(혈관 내피세포 사이의 간극(틈)을 넓어짐)**하여 혈장이 새어나가 부분적으로 체액량이 증가하기 때문에 부종과 통증이 일어난다.

2) **대식세포에 포획된 병원체가 많은 림프구가 존재하는 림프절로 운반된다. 또한 림프절에 존재하는 항체를 생산하는 B 림프구(형질 세포)와 T 림프구 클론이 빠르게 증식하여 림프구의 수가 늘어나기 때문에 부어오른다.**

림프절은 림프관 중간 중간에 위치하여 항원이 몸 전체로 순환되기 전에 면역 반응을 일으키도록 돕는 역할을 한다. 또한, 백혈구와 림프구 등이 있어 항원을 제거하는 거름망 역할도 한다. 보통 적은 수의 림프구만이 혈액과 림프 내를 순환하기도 하지만, 대부분의 림프구는 림프 기관과 조직에 위치한다(모인다). 즉, 림프절은 림프구로 가득 채워져 있다. 피부, 점막, 그리고 기관의 내부에서, 대식세포와 수지상세포는 병원체를 포획하여 림프절로 이동하며 림프절 안에 있는 B 림프구와 T 림프구에 병원체를 제시한다. 간질액에 있는 유리 항원은 림프 순환계로 이동한다. 림프액은 결국 혈액으로 이동하기 때문에 항원은 모든 체내 조직으로 순환한다. 그러나 대부분의 항원은 림프절에서 포획된다. 혈액으로 들어간 항원은 지라(비장)에서 포획된다. 림프절에서 항원은 림프구, 대식 세포가 모여 있는 곳을 통과한다. 이때 항원은 포획되고 가공된 후 보조 T 림프구에게 제시된다. 감염이 진행되는 동안, 백혈구와 항체 분자가 림프절 내부에 보이게 된다. 즉, 항체를 분비하는 형질세포와 세포 독성 T 림프구의 증식(수적 증가)으로 림프절이 부드러워지고 부풀어 올라 턱밑이나 다른 부위에서 덩어리를 만질 수 있다. 중요한 점은, 세포 독성 T 림프구와 달리 항체를 분비하는 형질 세포는 림프절을 떠나지 않는다. 단지 분비된 항체만이 림프조직을 빠져나와 림프와 혈액을 통해 감염 부위로 이동한다. 조직과 기관의 성장은 세포 수 증가 및 세포 크기의 증가를 통해 이루어진다.

3-1) B 림프구는 보조 T 림프구에 의해 자극을 받아 빠르게 증식하여 **형질 세포와 기억 세포로 분화한다.** 형질 세포는 항체를 생산한다. **항원-항체 복합체는 항원을 무력화(표지)하고, 병원체는 대식 세포의 식균 작용에 의해서 제거된다.** 기억 B 림프구는 동일한 병원체가 재차 침입하면 증식하여, 많은 양의 항체를 생산하여 신속하게 병원체와 결합한다.

3-2) **우리 몸의 세포 내부에 침입한 바이러스에 의해 감염된 세포를 직접 공격하여 파괴시키는 세포 독성 T 림프구에 의해 제거되기 때문에, 후천성 면역 반응은 세포성 면역 반응이다.**

바이러스는 완전한 세포 구조를 이루지 않고, 핵산과 그것을 둘러싼 단백질 껍질의 형태로 존재한다. 따라서 바이러스는 세균과 달리 스스로 물질대사를 할 수 없어 반드시 살아 있는 숙주 세포 안으로 침입하여 기생할 때에만 증식할 수 있는 특징을 가진다. 즉, 바이러스는 숙주 세포 안으로 침입하여 기생할 수밖에 없다. 따라서 우리 몸의 세포 내부에 침입한 바이러스는 감염된 세포를 직접 공격하여 파괴시키는 세포 독성 T 림프구에 의해 제거되기 때문에 세포성 면역 반응이다.

6) 지구과학

● **관련 교과서 내용**

☞ 고등학교 교과서『지구 과학I 』(교학사), '망원경과 우주선' p. 248-252

☞ 고등학교 교과서『지구 과학I 』(천재교육), '천체를 관측하는 망원경' p. 273-278

● **출제 배경**

망원경은 인류가 알고 있는 우주의 한계를 넓히는 데 크게 기여한 기구이다. 현대인이 알고 있는 우주의 모습이 고대인이 상상하던 우주의 모습과 다른 이유는 망원경을 통해 알게 된 사실 때문이라고 해도 과언이 아니다. 지구 과학 문항에서 망원경의 기능과 원리를 제시문에 제공하였다. 광원과 관측자의 거리가 멀어짐에 따라 관측되는 밝기가 어두워지는 상황을 함께 줌으로써 교육과정을 정상적으로 마친 학생이 주어진 제시문을 근거하여 논리적 사고를 통해 문제를 해결할 수 있는 능력이 있는지 평가하고자 하였다. 주제와 제시문은『지구 과학I 』교과서에서 중요하게 다루고 있는 내용이다.

● **문항 해설**

【제시문 1】에서는 망원경의 기능을 설명하고 있다. 학습하는 중요 기능은 집광, 분해, 확대인데 이것의 내용과 이 기능의 좋고 나쁨 정도를 어떤 척도로 판단할 수 있는지 설명하고 있다. 우선 망원경은 빛을 모으는 역할을 한다. 망원경의 집광력은 망원경의 대물렌즈(굴절망원경의 경우), 혹은 주경(반사망원경의 경우)의 면적에 비례한다. 작은 그릇으로보다 큰 그릇으로 빗방울을 효율적으로 모을 수 있는 것과 같은 원리이다. 또한 망원경은 두 점을 분간해 낼 수 있는 기능이 있는데 이것의 이론적 한계는 망원경의 직경에 반비례하고 이용하는 전자기파의 파장에 비례한다. 회절 한계라고도 불리는 이것은 천체 망원경의 중요한 요구사항이기도 하다. 마지막으로 망원경은 멀리 있는 사물을 확대시켜 가까이 있는 것처럼 보이게 하는 기능이 있다. 배율이 바로 이 확대 기능의 좋고 나쁨을 나타내는 척도이다. 이 세 가지 기능이 어떻게 서로 관련이 있는 설명하고 있다. 【제시문 2】에서는 별이 모두 같은 밝기로 보이지 않는 것을 설명하고 있다. 본래 밝기가 같다 하더라도 지구와 별까지의 거리가 다르기 때문에 겉보기 밝기는 다를 수 밖에 없다. 복사 에너지의 전달 방식에 근거하여 생각해 보면 빛의 밝기는 거리의 제곱에 반비례한다.

【물음 1】 본 물음에서는 분해능의 이론적 한계와 파장, 그리고 망원경의 직경과의 관계를 묻고 있다. 분해능의 이론적 한계가 주어졌을 때 관측하는 전자기파의 파장에 따라 요구되는 망원경의 직경이 다르다는 것을 판단해야 한다. 본 물음에서는 파장이 0.1m인 전파의 경우를 묻고 있다. 망원경의 직경은 비례 계수를 전자기파의 파장에 곱한 후 주어진 분해능의 이론적 한계로 나누어 얻을 수 있다. 따라서, 계산해 보면 요구된 직경은 420m이다.

【물음 2】 본 물음에서는 대물렌즈의 초점 거리가 90cm일 때 분해능이 $\frac{1}{30}'$이 되려면 대안렌즈의 초점 거리가 몇 cm여야 하겠는지 묻고 있다. 지름이 7cm인 광학 망원경의 경우 분해능의 이론적 한계는 약 0.03분이다. 즉, 요구된 분해능 ($\frac{1}{30}'$)을 만족시킬 수 있다. 단지 이 때 필요한 배율은【제시문 1】에 주어진대로 1/1/30, 즉, 30배이다. 따라서 대물렌즈와 대안렌즈의 초점비 비율은 30이어야 한다. 그러므로 대물렌즈와 대안렌즈의 초점비로 배율을 표시하면 30=90/x 가 된다. 대안렌즈의 초점 거리는 90/30 = 3이다. 직경은 3cm이다.

【물음 3】 본 물음에서는 일정한 양의 빛을 모으려 할 때 관측 시간과 거리의 관계식을 구할 것을 요구하고 있다. 거리가 멀어지면 단위 면적당 들어오는 빛의 양은 거리의 제곱에 반비례하게 약해진다. 따라서, 그만큼 빛을 더 많이, 혹은 더 오래 모아야 한다. 빛을 모으는 면적이 고정되어 있으므로 시간(t)은 거리(d)의 제곱에 비례한다. 즉, 관계식은 $t=\text{상수}\times d^2$이다.

● **답안 예시**

지구 과학

【물음 1】

분해능의 이론적 한계는 파장 나누기 구경이다. 따라서, 망원경의 구경은 '4200×파장/분해능'으로 구할 수 있다. 즉, 전파의 경우(0.1m) 구경은 식에 따라 0.1 × 4200/1 이므로 420m이다.

【물음 2】 필요한 배율은 1/1/30이다. 즉, 30배이다. 따라서 대물렌즈와 대안렌즈의 초점비 비율은 30이다. 그러므로 대물렌즈와 대안렌즈의 초점비로 배율을 표시하면 30=90/x 가 된다. 즉, x = 90/30 = 3이다. 따라서, 대안렌즈의 초점 거리는 3cm이다.

【물음 3】 1 등성을 반지름이 5cm인 망원경으로 10분간 관측했다면 모은 빛의 양은 250π ㎠·분이다. 거리가 멀어지면 단위 면적당 들어오는 빛의 양은 거리의 제곱에 반비례하게 약해진다. 따라서, 그만큼 빛을 더 많이, 혹은 더 오래 모아야 한다. 빛을 모으는 면적이 고정되어 있으므로 시간(t)은 거리(d)의 제곱에 비례한다. 즉, 관계식은 t=상수×d^2이다.