

2018학년도 일반논술 전형 의예과(수학)

제시문 및 출제의도

【문제 1】 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하십시오.(60점)

(가) 함수 $y = \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x$ 에서 x 의 값이 한없이 커질 때 y 의 값은 2.71828182845... 인 무리수에 수렴함이 알려져 있으며, 이 수를 e 로 나타낸다. 즉,

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e \quad \text{또는} \quad \lim_{x \rightarrow 0} (1+x)^{\frac{1}{x}} = e$$

이다.

(나) 함수 $y = f(x)$ 에 대하여, 극한값 $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$ 가 존재하면 함수 $f(x)$ 는 $x = a$ 에서 미분가능하다고 하고, 이 극한값을 $x = a$ 에서 $f(x)$ 의 미분계수라고 한다.

(다) 수열 $\{a_n\}$ 에 대하여 각 항을 차례로 덧셈 기호 $+$ 로 연결한 식

$$a_1 + a_2 + a_3 + \cdots + a_n + \cdots$$

을 급수라 하고, 기호 \sum 를 사용하여 $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ 과 같이 나타낸다.

(문제 1-1) 제시문(가)를 이용하여 식 $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{a^h - 1}{h} = \ln a$ 가 성립함을 보이시오.

(단, $a > 0, a \neq 1$)

(문제 1-2) 도함수의 정의를 이용하여 함수 $y = \cos 2x$ 의 도함수를 구하십시오.

(문제 1-3) 급수의 수렴과 발산의 뜻을 설명하고, 아래 급수의 수렴과 발산을 조사하십시오.

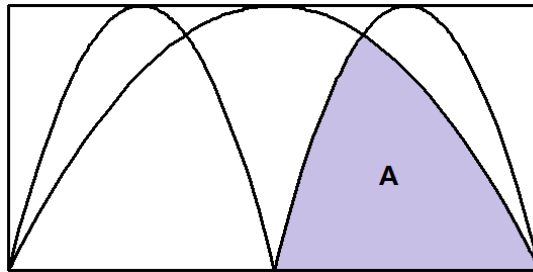
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n \sqrt{n+2} + (n+2) \sqrt{n}}$$

(문제 1-4) 구간 $[\frac{\pi}{4}, \infty)$ 에서 곡선 $y = |e^{-x} \cos 2x|$ 와 x 축으로 둘러싸인 부분의 넓이를 왼쪽에서부터 차례로 $S_1, S_2, \dots, S_n, \dots$ 라고 하자. 이때 일반항 S_n 을 구하고 급수 $\sum_{n=1}^{\infty} S_n$ 의 합을 구하십시오.

(문제 1-5) 함수 $f(x)$ 가 구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때, 함수 $f(x)$ 의 a 에서 b 까지의 정적분 $\int_a^b f(x) dx$ 의 정의를 쓰고, 이 정의를 이용하여 다음 극한값을 구하시오.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\pi^2}{n^2} \left(\cos \frac{\pi}{2n} + 2 \cos \frac{2\pi}{2n} + 3 \cos \frac{3\pi}{2n} + \cdots + n \cos \frac{n\pi}{2n} \right)$$

(문제 1-6) 가로길이가 8이고 세로길이가 4인 직사각형의 내부에 아래 그림과 같이 세 포물선이 그려져 있다. 세 포물선의 꼭짓점은 각각 직사각형의 윗변에 접해 있으며 각 포물선의 축은 모두 수직이다. 직사각형의 수직이등분선을 기준으로 주어진 도형들이 대칭일 때, 아래 영역 A의 넓이를 구하시오.



1. 출제의도

(문제 1-1) 무리수 e 의 정의를 알고, 이것을 지수함수의 극한을 구하는 문제에 활용할 수 있는가를 측정한다.

(문제 1-2) 도함수의 정의와 삼각함수의 극한을 이용하여 삼각함수의 도함수를 구할 수 있는가를 측정한다.

(문제 1-3) 적분의 중요한 기초이론인 급수의 수렴성에 대한 개념을 정확히 파악하고, 이를 이용하여 문제를 맞게 푸는 능력을 갖추었는지를 측정한다.

(문제 1-4) 부분적분법을 이용하여 일반항을 구하고 등비급수의 합을 구할 수 있는가를 측정한다.

(문제 1-5) 정적분의 뜻을 알고, 부분적분법을 이해하고 활용할 수 있는지 측정한다.

(문제 1-6) 이차곡선에 대한 이해도와 적분 계산능력을 측정한다.

2. 문항분석

(문제 1-1) 무리수 e 의 정의를 이용하여 지수함수에 대한 극한을 구하고 성립함을 보인다.

(문제 1-2) 도함수의 정의를 이용하여 삼각함수의 도함수를 계산하는 과정에 삼각함수의 극한을 이용하는 문제이다.

(문제 1-3) 급수의 수렴, 발산의 뜻을 설명하고, 주어진 급수의 수렴성을 조사한다.

(문제 1-4) 부분적분법을 이용하여 일반항을 구하고 이것으로부터 규칙을 찾아서 등비급수의 합을 구한다.

(문제 1-5) 정적분의 뜻을 쓰고, 정의에 따라 구한 정적분식을 부분적분법을 이용하여 계산한다.

(문제 1-6) 두 포물선과 x 축으로 둘러싸인 영역의 넓이를 계산한다.

2018학년도 일반논술 전형 의예과(물리)

제시문 및 출제의도

=====

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 다음 질문에 답하시오.(40점)

(가) 한 물체가 다른 물체에 힘을 작용하면 동시에 다른 물체도 그 물체에 같은 크기의 힘을 반대방향으로 작용한다. 이를 뉴턴의 운동 제3법칙 또는 작용 반작용 법칙이라고 한다. 나룻배를 타고 노를 저으면, 노를 저을 때 힘을 작용하는 방향과 반대 방향으로 배가 힘을 받아 나아간다. 또 인공위성과 지구처럼 서로 떨어진 물체 사이에도 힘이 작용한다. 인공위성과 지구 사이에는 만유인력이라는 상호 작용이 있다. 지구가 인공위성을 잡아당기는 힘(만유인력)과 인공위성이 지구를 잡아당기는 힘(만유인력)은 크기가 같고 방향이 반대이다.

(나) 물체에 연결된 줄을 팽팽하게 잡아당기면 줄은 물체에서 멀어지려는 방향으로 줄을 따라 물체를 잡아당긴다. 이때 줄이 팽팽히 당겨진 긴장 상태에 있기 때문에 이러한 힘을 장력이라고 한다. 줄에 걸린 장력은 물체에 작용하는 힘의 크기와 같다. 일반적으로 장력은 T 로 표시한다.

(다) 상대속도는 운동하고 있는 관찰자가 다른 물체의 운동을 관찰한 속도이다. 상대 속도는 상대방의 속도에 대한 관찰자의 속도 차를 구하여 얻는다. 물체 A의 운동에 대한 물체 B의 상대 속도 v_{AB} 는 다음과 같다.

$$v_{AB} = v_B - v_A$$

달리는 자동차를 타고 가면서 창밖으로 지나가는 사람이나 다른 자동차를 볼 때 상대방의 속도가 실제와 다르게 보이는 것은 상대 속도의 예이다.

(라) 운동하는 물체의 질량(m)과 속도(v)에 비례하는 물리량을 운동량(p)이라 하고, 물체의 질량(m)과 속도(v)의 곱 ($p = mv$)으로 나타낸다.

여러 물체 사이에 생기는 다양한 상호작용 (탄성충돌, 비탄성충돌 등)이 발생해도 알짜힘이 0일 때, 운동량의 합은 항상 보존이 되며 이것을 운동량 보존 법칙이라고 한다.

(마) 물체에 일을 하면 물체는 운동을 하거나 위치가 바뀐다. 물체가 운동함으로써 운동 에너지를 가지며, 물체의 위치가 달라짐으로써 퍼텐셜 에너지가 달라진다. 역학적 에너지는 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합으로 정의된다. 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지는 운동하는 동안 서로 전환된다. 그러나 그 합, 즉 역학적 에너지는 늘 일정하다. 이것을 역학적 에너지 보존 법칙이라고 한다.

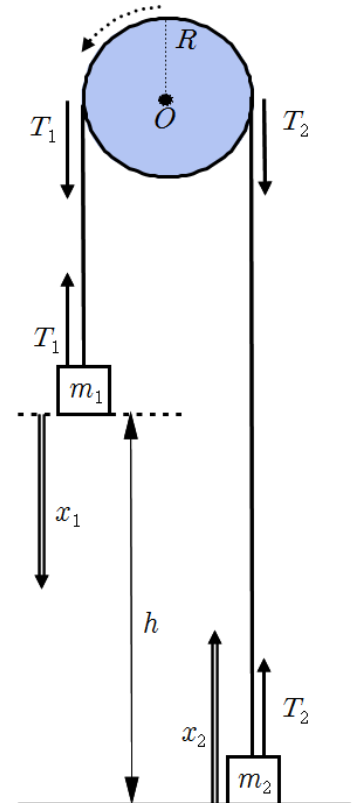
(바) 물체가 원운동을 할 때 원의 중심방향으로 구심 가속도가 생긴다. 원운동 하는 물체에

서 구심 가속도가 생기게 하는 힘을 구심력이라고 한다. 뉴턴의 운동 제2법칙에 따르면, 가속도는 물체에 가해지는 힘과 같은 방향으로 작용한다. 따라서 구심력의 방향은 구심 가속도의 방향과 같고, 구심력의 크기 F 는 뉴턴의 운동 제2법칙에 따라 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$F = m \frac{v^2}{r}, \quad m \text{ 은 원운동 하는 물체의 질량, } r \text{ 은 원운동의 반지름, } v \text{ 는 속도}$$

※ 아래의 문제에서 중력가속도는 g 이고, 공기의 저항 및 물체의 크기는 무시한다. 단, (문제 2-3) 에서 질량 M 을 가지는 물체의 경우 크기와 모양은 <그림 3> 과 같다.

(문제 2-1) <그림 1> 처럼 질량이 없고 반지름이 R 인 원형 도르래의 중심이 O 점에 고정되어 있다. 시간 $t=0$ 일 때 도르래의 표면위로 질량이 없고 늘어나지 않는 줄의 양쪽에 질량이 각각 $m_1 = 2m$ 과 $m_2 = m$ 인 두 물체가 지표면으로부터 높이 h 와 지표면에 매달려 있다.



<그림 1>

(가) 질량이 m_2 인 물체가 h 까지 올라간 후 계속 수직 상방 운동을 하여 올라갈 수 있는 최고 높이 H 와, 그 때까지 걸리는 시간 t_H 를 각각 구하라.

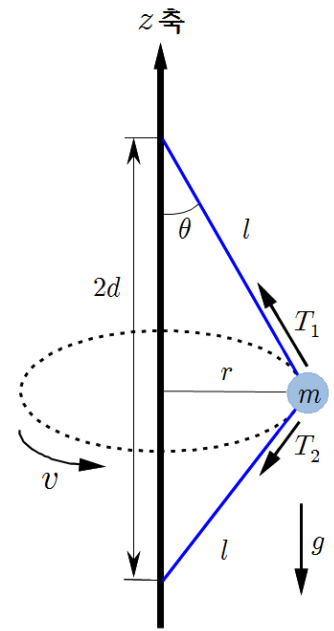
(나) 질량이 m_2 인 물체가 H 까지 올라갔다가 다시 h 까지 내려와서 지표면에 멈춰있던 m_1 을 움직이게 한 직후 m_1 의 속도 V 를 구하라.

(다) 지표면에 있던 m_1 이 m_2 의 운동에 의해 다시 올라갈 수 있는 최고 높이 H' 를 구하라.

(문제 2-2) <그림 2>와 같이 질량이 m 인 물체가 길이가 l 이고 질량이 없으며 늘어나지 않는 줄 2개의 끝에 연결되어 있고, 두 줄의 다른 쪽 끝은 z 축 기둥에 간격 $2d$ 만큼 떨어진 채로 연결되어 있다. (단, $d < l < 2d$)

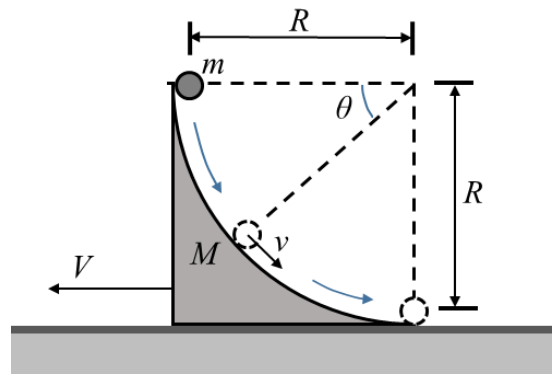
(가) 두 줄을 팽팽하게 만들며 지표면과 수평인 평면에서 원운동을 할 수 있는 최소 속도 v_c 를 m, g, l, d 를 사용하여 기술하라.

(나) 질량이 m 인 물체가 v_c 보다 큰 속도로 원운동을 하는 도중 아래쪽 줄을 끊어서 m 이 속도 $v = \sqrt{3gl/2}$ 로 수평 원운동을 유지할 때 위쪽 줄과 z 축이 이루는 각 ϕ 를 구하라.



<그림 2>

(문제 2-3) <그림 3>과 같이 질량이 m 인 물체가 중력에 의해 질량이 M 인 물체의 구형 면을 따라 내려온다. 질량이 M 인 물체는 바닥면과 마찰이 없이 자유롭게 움직일 수 있다. 시작점에서는 $\theta = 0$ 이고 바닥에 도착했을 때는 $\theta = \pi/2$ 이다. 두 물체 사이에 마찰은 없으며 질량 m 인 물체는 회전하지 않는다. 두 물체의 초기 속도는 모두 0이다.



<그림 3>

(가) 질량이 m 인 물체가 바닥에 도착했을 때 ($\theta = \pi/2$), m 의 속도 v 와, M 의 속도 V 를 각각 구하라.

(나) 운동량 보존/역학적 에너지 보존 법칙 및 상대 속도 개념을 사용하여, 질량이 m 인 물체가 각도 θ 만큼 내려왔을 때, 바닥에 멈춰 서있는 관찰자가 보는 m 의 속도의 제곱(v^2)을 g, R, m, M, θ 로 기술하라.

1. 출제의도

이 문제는 고등학교 교과 과정에서 중요하게 다루고 있는 물체에 작용하고 있는 알짜힘 (중력을 포함한)과 알짜힘의 변화에 의한 물체의 가속도와 속도 및 움직인 거리의 관계, 운동량의 개념 및 운동량 보존 법칙, 물체에 가해진 일과 운동에너지 및 위치에너지를의 관계, 장력, 그리고 원운동의 개념을 이해하고 논리적으로 유추할 수 있는지 평가하는 문제이다.

2. 문항분석

(문제 2-1) 위치에너지와 운동에너지 관계를 이해하고 역학적 에너지가 보존되는 조건 및 운동량이 보존되는 조건을 이해하여 문제를 해결한다.

(문제 2-2) 회전 운동에 필요한 구심력을 이해하고 이를 줄이 당기는 장력에 적용하여 문제를 해결한다. 중력, 장력, 구심력의 관계를 정확히 이해하여 문제를 해결한다.

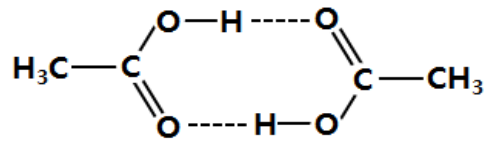
(문제 2-3) 위치에너지와 운동에너지 관계를 이해하고 역학적 에너지가 보존되는 조건 및 운동량이 보존되는 조건과 함께 상대 속도 개념을 이해하고 활용하여 문제를 해결한다.

2018학년도 일반논술전형 의예과(화학)

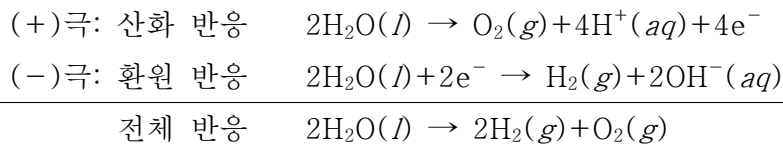
제시문 및 출제의도

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 다음 질문에 답하시오.(40점)

(가) 분자간 힘은 분자로 이루어진 화합물이 고체, 액체, 기체 중 어떤 상태로 존재할지를 결정하는 주요인이며, 분자간 힘이 커질수록 끓는점이 높아진다. 한 분자 내에서 부분적으로 양전하(δ^+)와 음전하(δ^-)를 함께 띠고 있는 것을 쌍극자라고 한다. 한 분자의 양전하를 띤 부분과 다른 분자의 음전하를 띤 부분이 서로 접근하면 분자 사이에 정전기적 인력이 상호작용하는데, 이를 쌍극자-쌍극자 힘이라고 한다. 무극성 분자의 경우 전자의 치우침으로 인해 약한 음전하를 띠게 되면, 그 반대쪽은 양전하를 띠게 되는데, 이를 순간 쌍극자라고 한다. 무극성 분자 내에서 순간 쌍극자가 주변 분자에 유발 쌍극자를 발생시키면 유발 쌍극자 사이에 상호작용하는 힘이 생기고, 이를 분산력이라 한다. 분자간 힘 중에는 몇몇 특별한 분자들 사이에서만 나타나는 힘이 있다. N, O, F와 같이 전기음성도가 매우 큰 원자와 H가 결합되어 있는 분자는 쌍극자 모멘트가 매우 크다. 따라서, N, O, F와 결합한 H와, 이웃한 분자의 N, O, F 사이에는 강한 인력이 작용하는데 이를 수소결합이라고 한다. 그림은 아세트산에서의 수소결합을 구조식으로 나타낸 것이다.



(나) 전기 에너지를 이용하여 물질을 분해하는 것을 전기 분해라고 한다. 소량의 황산나트륨(Na_2SO_4)이나 질산칼륨(KNO_3)과 같은 전해질을 녹인 물에 직류 전류를 흘려주면 (-)극에서는 수소 기체가 생성되고, (+)극에서는 산소 기체가 생성된다. 각 전극에 대한 화학반응식과 전체 반응식은 아래와 같다.



(다) 전지에서는 산화와 환원 반응이 일어나는 부분이 분리되어 있는데, 이들을 반쪽 전지라고 한다. 전지에서 두 전극 사이의 전위차를 전지 전위라고 하며, 전해질의 농도가 1mol/L, 기체의 압력이 1기압일 때의 전지 전위를 표준 전지 전위(E^0)라고 한다. 반쪽 전지의 전지 전위를 구하기 위해서는 기준 역할을 하는 표준 수소 전극을 사용하는데, 다음의 표는 몇 가지 환원 반쪽 반응의 표준 환원 전위를 나타내고 있다. 표준 환원 전위 값이 양수면 수소보다 환원이 되기 쉽고, 음수면 수소보다 환원되기 어렵기 때문에 표준 환원 전위 값이 작은 물질은 산화되기 쉽다. 산화-환원 반응에서의 전지 전위는 환원

전극의 표준 환원 전위에서 산화 전극의 표준 환원 전위를 빼주면 구할 수 있다. 자유 에너지는 물리화학적 과정의 자발성에 대한 일반적인 기준인데, 자유 에너지 변화(ΔG)가 음수이면 그 과정은 자발적이고, 양수면 비자발적이며, 0이면 평형상태이다. 산화-환원 반응의 경우 표준상태에서 표준 자유 에너지 변화(ΔG°)와 표준 전지 전위(E°)는 $\Delta G^\circ = -nFE^\circ$

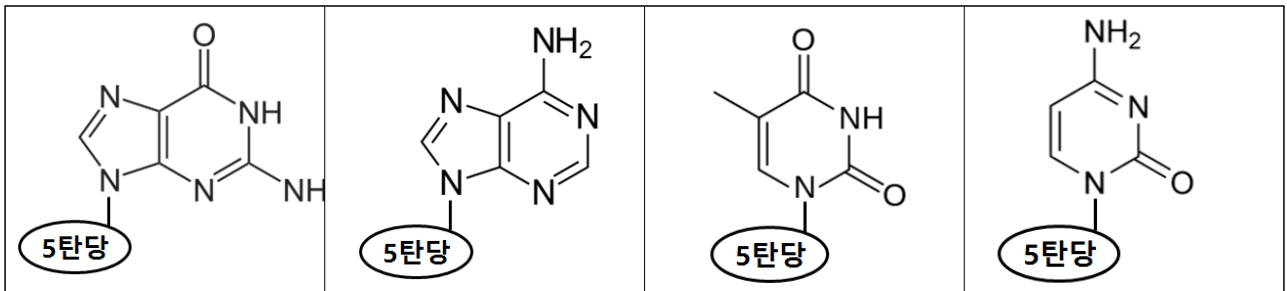
(n: 반응에 참여한 전자의 몰수, F: 패러데이 상수)의 관계를 가진다.

| 환원 반쪽 반응 | 표준 환원 전위(V) |
|---|-------------|
| $\text{NO}_3^-(aq) + 2\text{H}^+(aq) + e^- \rightarrow \text{NO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$ | 0.79 |
| $\text{NO}_3^-(aq) + 4\text{H}^+(aq) + 3e^- \rightarrow \text{NO}(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$ | 0.97 |
| $\text{S}(s) + 2\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{S}(aq)$ | 0.14 |
| $2\text{NO}_3^-(aq) + 12\text{H}^+(aq) + 10e^- \rightarrow \text{N}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(l)$ | 1.25 |
| $\text{NO}_3^-(aq) + 10\text{H}^+(aq) + 8e^- \rightarrow \text{NH}_4^+(aq) + 3\text{H}_2\text{O}(l)$ | 0.89 |
| $\text{Pb}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Pb}(s)$ | -0.13 |
| $\text{PbO}_2(s) + \text{SO}_4^{2-}(aq) + 4\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightarrow \text{PbSO}_4(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$ | 1.69 |
| $\text{PbO}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) + 2e^- \rightarrow \text{Pb}(s) + 2\text{OH}^-(aq)$ | -0.58 |
| $\text{PbSO}_4(s) + 2e^- \rightarrow \text{Pb}(s) + \text{SO}_4^{2-}(aq)$ | -0.36 |

(라) 산화-환원 반응을 통해 화학 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 장치를 화학 전지라고 한다. 화학 전지에서 산화 반응이 일어나는 전극을 산화 전극(-극), 환원 반응이 일어나는 전극을 환원 전극(+극)이라고 한다. 이탈리아의 과학자 볼타는 아연판과 구리판을 묽은 황산에 넣고 도선으로 연결하여 화학 전지인 볼타 전지를 만들었다. 볼타 전지에서 아연(Zn)은 전자를 잃고 아연 이온(Zn^{2+})으로 산화되어 용액 속으로 녹아 들어가고, 생성된 전자는 도선을 따라 구리판으로 이동한다. 구리판에서는 수소 이온(H^+)이 전자를 받아 수소(H_2) 기체가 발생한다. 납축전지는 자동차 전원으로 사용되는 전지로서, 묽은 황산에 산화 전극인 납(Pb)과 환원 전극인 이산화 납(PbO_2)을 교대로 세워 놓은 구조이다. 납축전지는 충전하여 반복적으로 사용할 수 있는 2차전지이다. 납축전지에 역방향으로 전류를 흘려주면 전극 물질을 재생할 수 있는데, 이를 충전이라고 한다.

(마) 영국의 물리학자인 톰슨은 전자의 존재를 확인하고 질량을 측정하여 원자 모형을 고안하였다. 톰슨은 음극선관이라는 장치를 이용하여 전자가 질량 및 음전하를 띤 입자임을 밝혔다. 독일의 물리학자 골트슈타인은 음극선관을 개조하여 새로운 형태의 복사선을 관찰하였다. 골트슈타인이 발견한 복사선은 양극선으로서 과학자들의 연구 결과, 양극선은 양성자의 흐름으로 밝혀졌다. 이러한 실험들을 통해 원자를 구성하는 입자들을 발견할 수 있었다.

(문제 2-1) 아래의 그림은 DNA를 이루는 4가지 염기가 5탄당과 연결된 화학구조식이다. DNA의 이중나선 구조 내에는 염기들 간의 수소결합이 존재한다. DNA 내에서 염기들이 실제로 어떻게 수소결합을 하는지 그 모습을 구조식으로 그리시오. (단, 수소결합 표시는 점선으로 나타내시오.)



(문제 2-2) 아래의 표는 다섯 가지 사슬 모양 탄화수소 화합물의 끓는점을 나타낸 것이다. 이들 탄화수소 화합물의 끓는점이 다른 이유를 논리적으로 설명하시오. (단, 표에 제시된 화합물의 끓는점을 이용하시오.)

| 탄화수소 화합물 | 메테인 (CH ₄) | 에테인 (C ₂ H ₆) | 프로페인 (C ₃ H ₈) | <i>n</i> -부테인 (C ₄ H ₁₀) | <i>iso</i> -부테인 (C ₄ H ₁₀) |
|-------------|---------------------------|---|--|--|--|
| 끓는점(°C) | -162 | -89 | -42.1 | -0.5 | -11.7 |

(문제 2-3) 질산(HNO₃) 수용액에 H₂S를 용해시키면 NO₂(g)와 NO(g)가 각각 생성된다. 각 반응에 대한 전체 산화-환원 반응식 및 표준 전지 전위를 구하고, 각 반응이 자발적인지를 자유 에너지 개념으로 설명하시오.

(문제 2-4) 납축전지를 충전할 때의 산화 반응, 환원 반응 그리고 전체 산화-환원 반응에 대한 반응식을 쓰고, 납축전지의 표준 전지 전위를 구하시오.

(문제 2-5) 전자가 질량과 음전하를 띤 입자임을 입증할 수 있는 실험 장치를 구상하고, 실험 장치의 필수 요소의 역할을 설명하시오. (단, 필수 요소는 5개 이하로 서술하시오.)

(문제 2-6) 제시문(마)에서 골트슈타인이 양극선을 발견한 실험은, 전자를 발견한 톰슨의 음극선 실험과 비교했을 때 실험 방법 중 어떤 점이 다른지 근거를 들어 서술하시오. (단, 차이점은 3개 이하로 서술하시오.)

1. 출제의도

(문제 2-1)

수소결합의 개념을 이해하고, 이를 DNA 염기쌍 사이의 수소결합으로 표현할 수 있는지를 평가한다.

(문제 2-2)

무극성 분자간의 분산력이 어떤 요소에 의해 결정될 수 있는지에 대한 이해도를 확인하는 한편, 분자간 힘이 끊는점에 미치는 영향을 이해하는지 평가한다.

(문제 2-3)

산화-환원 개념에 대한 이해를 바탕으로 반쪽 반응식을 통한 전체 산화-환원 반응식을 도출할 수 있는지를 평가하는 한편, 산화-환원 반응의 표준 전지 전위와 반응의 자발성을 연관지어 추론할 수 있는지 평가한다.

(문제 2-4)

2차전지인 납축전지가 전기 에너지를 만들어 낼 때와 충전할 때 어떤 산화-환원 반응을 하는지에 대해 제시문을 근거로 추론할 수 있는지 평가하며, 산화-환원 반응에 따른 표준 전지 전위를 도출할 수 있는지 평가한다.

(문제 2-5)

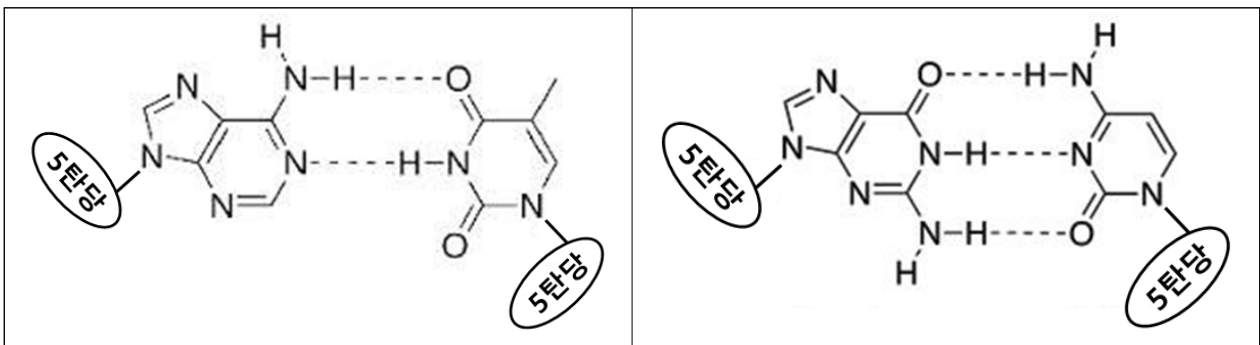
전자가 음전하를 띠고 있는 입자라는 특징을 이해하고 있는지 평가하며, 이러한 특징들을 규명하기 위한 실험장치의 원리를 이해하고 있는지 평가한다.

(문제 2-6)

양성자가 전자보다 무거우며 양전하를 띠고 있는 입자라는 특징을 이해하고 있는지 평가하며, 이러한 특징들을 규명하기 위한 실험을 추론할 수 있는지 평가한다.

2. 문항분석

(문제 2-1)



(문제 2-2)

다섯 가지 탄화수소 화합물은 무극성이기 때문에 분산력이 존재한다.

메테인, 에테인, 프로페인, 뷰테인 순으로 분자량이 커지고, 이 순서대로 끊는점이 높아진다.

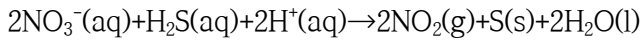
분자량이 커질수록 분자 내에서 전자가 한쪽으로 치우쳐서 쌍극자가 생성될 가능성이 높아 끊는점이 높아질 것으로 추론된다. n-뷰테인과 iso-뷰테인은 분자량이 같지만, 모양이 다름.

n-뷰테인은 사슬형 모양, iso-뷰테인은 원자들이 전체적으로 둥글게 모여있는 모양임. n-뷰테

인이 iso-뷰테인보다 표면적이 더 넓어서 전자가 한쪽으로 치우칠 확률이 높으므로 분산력이 더 크고 끓는점이 높다.

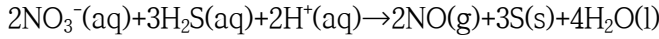
(문제 2-3)

1) $\text{NO}_2(\text{g})$ 생성:



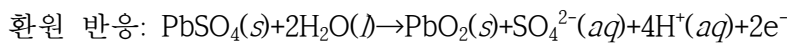
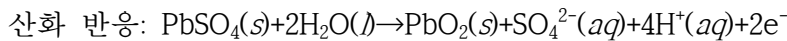
$E^\circ = 0.65\text{V}$ 으로 양수이므로 ΔG° 는 음수이고, 반응은 자발적

2) $\text{NO}(\text{g})$ 생성:

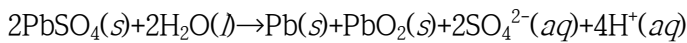


$E^\circ = 0.83\text{V}$ 으로 양수이므로 ΔG° 는 음수이고, 반응은 자발적

(문제 2-4)



전체 산화-환원 반응:



환원전극 반응의 표준 환원 전위는 1.69V 이고, 산화전극 반응의 표준 환원 전위는 -0.36V 이므로 표준 전지 전위는 2.05V 이다.

(문제 2-5)

- 1) 진공관: 진공으로 유지되어 있는 장치
- 2) 전자를 발생시킬 수 있는 전압 장치: (-)극을 진공관 한쪽 끝에 두고, (+)극에는 구멍을 뚫어서 생성된 전자가 움직일 수 있게 함.
- 3) 전자의 흐름을 확인할 수 있는 바람개비 등의 장치: 질량을 가진 입자에 의해서 바람개비가 움직일 수 있음.
- 4) 음전하를 가진 입자를 휘게 할 수 있는 전기장이나 자기장 장치: 전기장이나 자기장 존재 하에 휘는 방향을 관찰하여 입자의 전하를 확인할 수 있음.
- 5) 검출장치: 전자를 검출할 수 있는 장치. 형관건판 등을 전압장치 반대쪽에 두어 전자의 운동 방향을 확인할 수 있음.

(문제 2-6)

- 1) 양성자의 이동을 확인하기 위해서는 튜브의 실험과 반대로 (+)극을 진공관 한쪽 끝에 두고, (-)극에 복사선이 지나갈 수 있는 구멍을 뚫어서 위치시킴
- 2) 양성자는 전자보다 무겁기 때문에 흐름을 만들기 위해서는 높은 전압이 필요
- 3) 진공관 내에서 수소 기체를 넣어서 전자와 충돌하여 양성자를 만들도록 함.

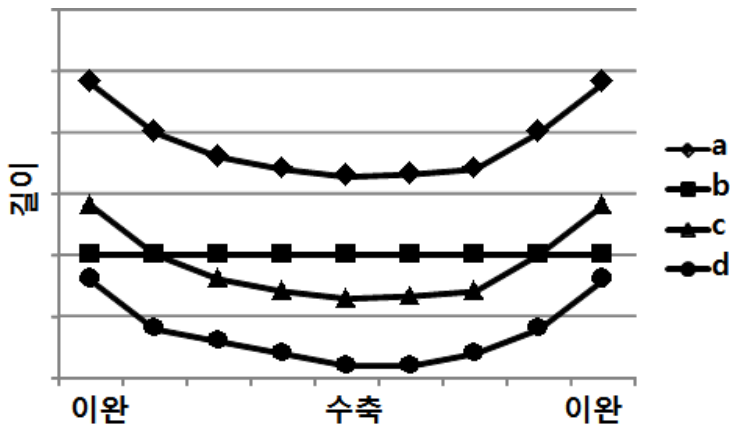
2018학년도 일반논술전형 의예과(생명과학)

제시문 및 출제의도

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 다음 질문에 답하시오.(40점)

(가) 골격근은 근육의 길이 방향으로 평행하게 배열된 근육 섬유 다발로 이루어지며, 근육 섬유는 근육 원섬유의 다발로 이루어져 있다. 근육 원섬유는 밝고 어두운 띠가 연속적으로 나타나는데, 이것은 액틴 필라멘트와 마이오신이 겹쳐져 있기 때문이다. 근육의 수축은 마이오신과 액틴 필라멘트 사이의 상호작용에 의해 나타난다.

(나) 근육 원섬유에 동일한 근육 원섬유 마디(혹은 근절)가 반복되어 있다고 하자. 근육의 수축 이완 과정에서 한 근육 원섬유 마디(근절)의 길이, H대, A대, I대의 길이를 각각 측정하여 그래프로 나타내었더니 다음과 같았다. 그래프를 분석하였더니, a는 b와 c의 합과 같았다.

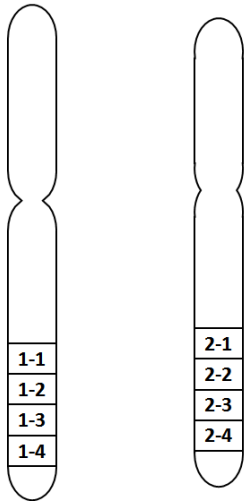


(다) 생물의 특징을 결정하는 유전자는 염색체 상에 순서대로 존재한다. 염색체에서 일어나는 돌연변이는 크게 염색체 수의 이상으로 인한 것과 염색체 구조의 이상으로 인한 것으로 구분할 수 있다. 염색체 구조 이상에는 중복, 결실, 역위, 전좌가 있다. 염색체 수는 정상이라도 염색체 구조에 이상이 생기면 유전적 이상을 일으켜 염색체 돌연변이가 나타난다. 사람의 경우, 핵형 분석을 통해 염색체 구조의 이상을 알 수 있다.

(라) 어떤 세포가 2쌍의 염색체를 가진다고 하자. 이 세포가 정상일 때 1번 염색체의 일부분을 1-1, 1-2, 1-3, 1-4라고 하고, 2번 염색체의 일부분은 2-1, 2-2, 2-3, 2-4라고 하자. 이 세포에서 염색체 구조 이상을 초래하는 돌연변이가 여러 번 연속적으로 일어났고, 그 후에 1번 염색체와 2번 염색체에서 각 부분(1-1~1-4, 2-1~2-4)을 찾아서 개수를 세어보니 아래 표와 같았다.

1번 염색체

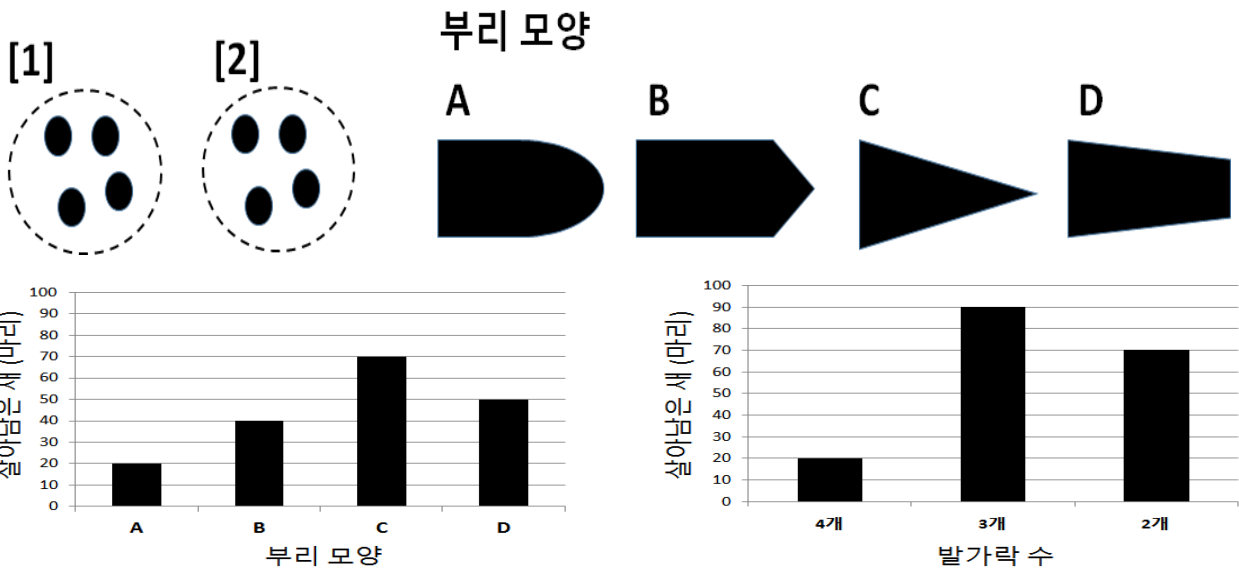
2번 염색체



| | 1번 염색체 | 2번 염색체 |
|-----|--------|--------|
| 1-1 | 1 | 0 |
| 1-2 | 0 | 2 |
| 1-3 | 2 | 0 |
| 1-4 | 1 | 2 |
| 2-1 | 0 | 3 |
| 2-2 | 1 | 1 |
| 2-3 | 1 | 1 |
| 2-4 | 1 | 1 |

(마) 집단을 구성하는 개체 간에는 유전적 차이로 인한 형질의 차이가 나타난다. 환경 변화 등으로 인해 어떤 집단 내에서 특정 유전자를 가진 개체가 그렇지 않은 개체보다 생존에 더 유리하다면 경쟁에서 이겨 더 많은 자손을 남기게 된다.

(바) 아래 그림과 같이 [1]지역과 [2]지역으로 격리되어 작은 섬으로 이루어진 지역이 있다고 하자. 같은 번호로 묶인 섬들은 서로 같은 환경을 가지고 있다. [1]지역에는 A부리를 가진 새들과 C부리를 가진 새들이 살고 있고 발가락은 모두 2개이다. 그리고 [2]지역에는 A부리와 D부리를 가진 새들이 발견되었고, 이 지역 새들의 발가락은 모두 4개였다. [1]지역의 개체들 중 C부리를 가진 개체 한 마리를 무작위로 골라, [2]지역에서 무작위로 고른 D부리를 가지는 개체 한 마리와 교배시켰더니, 발가락 3개를 가지며 각각 A, B, C, D 모양의 부리를 가진 새들이 태어났다. 이런 표현형을 가진 새들을 각각 (ㄱ), (ㄴ), (ㄷ), (ㄹ) 개체라 하자. 이들 중 (ㄷ)개체와 (ㄹ)개체를 교배시켜서 320마리의 새끼들을 얻은 후 이들을 모두 [2]지역의 섬에 풀어놓은 후, 일정 시간 후 살아남은 수를 표현형 별로 분류해 보니 아래 그래프와 같았다. (단, 새끼들은 유전법칙에 따라 태어난다.)



제시문 (가)~(나)를 읽고 물음에 답하시오.

(문제 2-1) 한 근육 원섬유 마디(근절)의 길이, H대, A대, I대의 길이에 해당하는 것을 a, b, c, d에서 찾고, 근육 이완시 한 근육 원섬유 마디(근절) 내에서 마이오신과 양쪽 액틴 필라멘트의 길이가 차지하는 비율(%)을 각각 a, b, c, d를 이용하여 표시하시오. (단, 수축 이완 과정에서 단백질의 크기 변화는 고려하지 않는다.)

제시문 (다)~(라)를 읽고 물음에 답하시오.

(문제 2-2) 제시문 (라)의 표를 참고하여, 표와 같이 염색체 구조 이상을 초래하는 결과가 나타나려면 돌연변이가 어떤 순서로 어떻게 일어나는지에 대해 논술하고 돌연변이가 일어난 후의 염색체들을 그리시오. (단, 한 종류의 염색체 구조 이상은 한번 씩만 일어났다.)

제시문 (마)~(바)를 읽고 물음에 답하시오.

(문제 2-3) 제시문 (바)에 있는 새들의 표현형을 설명할 수 있는 유전 방식을 추론하고, (ㄴ) 개체와 (ㄷ)개체를 교배하였을 때, 부리모양과 발가락 수를 조합하여 표현형의 비율을 설명하시오. (단, 발가락수와 부리 모양은 독립적으로 유전되고, 새끼들은 통계를 낼 수 있을 만큼 충분히 많이 태어나며, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

(문제 2-4) 위 지문에 있는 (ㄱ)개체와 (ㄴ)개체를 교배하여 새끼들을 얻은 후, 표현형 별로 각각 160마리를 [2]지역에 풀어놓을 때 어떤 모양의 부리와 몇 개의 발가락 수를 가진 새들이 가장 많이 살아남을지 추론하시오. (단, 각 새들이 살아남는 데, 발가락 수와 부리 모양을 제외한 다른 요인은 영향을 끼치지 않는다.)

1. 출제의도

(문제 2-1) 제시문 (가)는 골격근 및 근육 원섬유에 대한 설명을 제시해서 문제 풀이에 필요한 정보를 환기하게 하였다. 제시문 (나)에서는 근육 원섬유 마디의 구성 성분들이 근육 수축 이완 과정에서 길이가 어떻게 변화하는 지를 이해하고 응용할 수 있는 지 확인하는 문제이다.

(문제 2-2) 염색체 구조 이상에는 결실, 중복, 역위, 전좌가 있으며, 이들은 서로 다른 염색체 형태를 만들어낸다. 결실, 중복, 역위, 전좌의 정확한 개념을 이해하고 있는 지 평가하기 위해서 문제를 출제하였다.

(문제 2-3, 4) 제시문 마)는 자연선택을 통해서 환경에 잘 적응하는 개체가 증가할 수 있음을 설명하였다. 제시문 바)는 새들의 부리모양과 발가락 수를 해석해서 유전 법칙을 도출해 내는 문제로 복대립 유전과 불완전 우성이 혼합되었을 경우, 어떻게 해석이 될 수 있는 지 나타낸 것이다. 자손들의 생존 그래프를 이해하고 유전법칙에 어떻게 적용하는 지를 확인하는 문제이다.

2. 문항분석

(문제 2-1) 근육 원섬유내의 근육 원섬유 마디, A대, I대, H대의 개념을 정확히 이해하고 있는 지를 묻는 문제이다. 근육 원섬유 마디를 그리고 각 부분의 정확히 이해하고 있으면 쉽게 풀이가 가능하다.

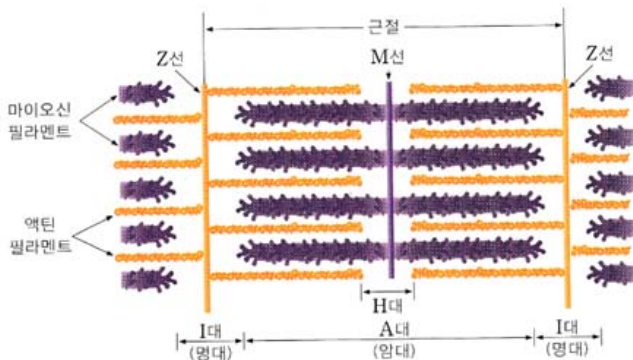
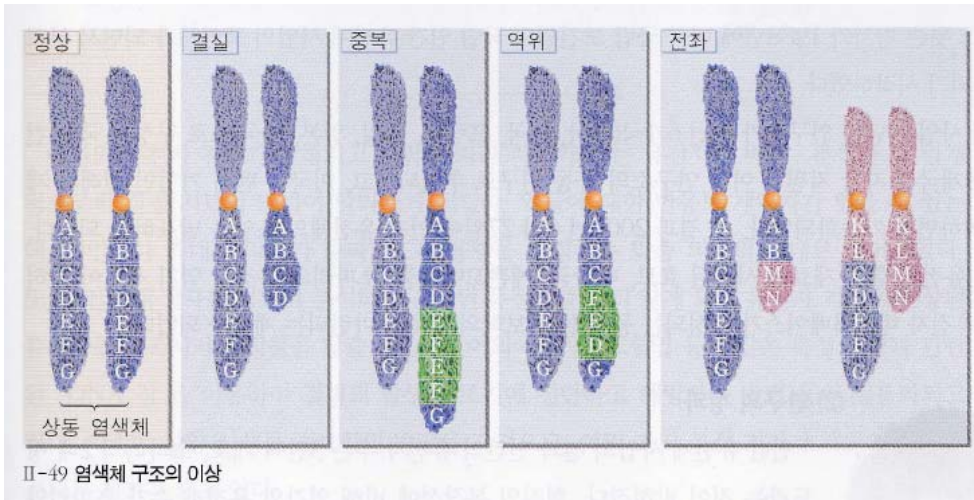


그림. 근육 원섬유 마디 내 A대, I대, H대 (교학사 교과서 p151)

마이오신과 액틴 필라멘트가 겹쳐져 있는 부분을 A대, 액틴 필라멘트만 있는 부분을 I대, 마이오신만 있는 부분을 H대라고 한다. 근육 원섬유 마디의 길이는 A대 길이와 I대 길이의 합과 같다. 따라서 근육 원섬유 마디의 길이는 그래프에서 a , A대는 근육의 이완 수축시 길이가 변하지 않기 때문에 b 에 해당하며, I대는 c 에 해당한다. 남은 것 하나가 H대이기 때문에 d 에 해당한다. 마이오신 필라멘트가 대략적으로 차지하는 비율은 A대 길이를 전체 근육 원섬유 마디 길이로 나누는 것이 때문에 $\frac{b}{a} * 100(\%)$ 이고, 액틴 필라멘트의 길이는 근육 원섬유 마디의 길이에서 H대의 길이를 뺀 값에 해당하기 때문에 $\frac{a-d}{a} * 100(\%)$ 에 해당하게 된다.



II-49 염색체 구조의 이상

(문제 2-2) 위의 그림, 염색체 구조의 이상, 결실, 중복, 역위, 전좌에 대한 소개가 나와 있다 (천재교육, p89)

라)의 지문에 있는 표를 참고하면, 1번 염색체의 1-2와 1-4가 2번 염색체로 전좌가 일어났으며, 2번 염색체의 2-2, 2-3, 2-4가 1번 염색체로 전좌가 일어났음을 알 수 있다. 그리고, 2-1, 1-4 부분이 3개가 존재하여 중복이 일어났고, 1-1 부분에서는 결실이 일어났음을 알 수 있다.

(문제 2-3, 4) 발가락이 4개인 새와 발가락이 2개인 새가 교배하여 발가락 3개가 나오고, C부리와 D부리가 교배시, A부리가 나오기 때문에 C와 D부리 유전자형이 A부리에 비해서 우성이라는 것을 알 수 있고, C와 D부리 교배시 새로운 형태의 부리가 나오기 때문에 이것을 가능하게 하는 것은 복대립 유전밖에 없다. 따라서 C부리를 만드는 유전자를 C, D부리를 만드는 유전자를 D, 열성 유전자를 O라고 표현하고(문자 상관 없음), 발가락을 결정하는 유전자는 우성은 N, 열성은 n으로 표현하면 다음과 같이 표현 가능하다.

A 부리, OO, B 부리, CD, C 부리, CC나 CO, D부리, DD나 DO. 발가락 4개, NN, 3개, Nn, 2개, nn 각 유전자형을 이용해서 각 표현형 비를 구하고 이중 얼마나 살아남는 지를 확인하여 문제에 나온 수치를 적용한다.