

<출제원칙>

[문항 1, 2]

1. 출제 방침

- 1) 고교 교과서에 기반한 고교 과정 내의 문제를 출제한다.
- 2) 제시문에 대한 독해력과 분석력, 제시문을 바탕으로 제시된 문제를 해결하는 사고력과 적용하는 능력, 생각하는 바를 논리적으로 전개하는 논술능력을 측정하는 문제를 출제한다.
- 3) 제시문은 고교 교과서내의 내용을 80%이상 포함하는 것을 원칙으로 한다.

2. 출제 유형

- 1) 지문제시형 문제를 출제한다.
- 2) 제시문은 고교 교과서(“수학”, “수학 I”, “미적분과 통계기본”, “적분과 통계”)의 다음을 참조하여 구성한다.
 - 수학 :함수의 대칭이동, 합성함수, 방정식과 부등식, 순열과 조합
 - 수학 I : 수열, 수열의 극한
 - 미적분과 통계기본 : 함수의 증가와 감소, 정적분, 면적, 조건부 확률, 사건의 독립
 - 적분과 통계 : 회전체의 부피
- 3) 지문에 대한 정확한 독해력, 내용의 분석 능력, 제시된 지식을 이용하여 문제를 해결하는 능력 등을 측정하는 문제를 출제한다. 만점은 60 점이며 변별력을 위해 2개의 문항으로 구성하되, 각 문항은 2개의 소 논제로 구성한다.
- 4) 약 80-90분 이내에 작성하도록 한다.

3. 출제 의도

- 1) [문항 1] 제시문을 통해 조건부 확률과 두 사건의 독립에 대한 개념을 이해하고 적용할 수 있도록 하였으며, 고등학교 수학과과정에서 배우는 기본 개념을 충실히 적용하여 문제를 해결할 수 있는지를 측정하고자 하였다.
- 2) [문항 2] 제시문을 통해 정의된 함수의 그래프를 그리게 유도함으로써 함수와 그래프간의 관계를 이해하고 있는지를 측정하고자 하였고, 동시에 수열, 부분합, 무한급수간의 관계를 체계적으로 이해하고 있는지를 측정하고자 하였다.
- 3) 궁극적으로 고등학교 수학 문제 제시를 통해 대학 진학 후 이과과목을 수강할 수 있을 정도의 기초적인 능력을 갖추고 있는지와 자신의 사고를 얼마나 체계적으로 설명할 수 있는지를 측정하고자 하였다.

[문항 3]

1. 출제 방침

- 1) 고교 교과서에 기반한 고교 과정 내의 문제를 출제한다.
- 2) 제시문에 대한 독해력과 분석력, 제시문을 바탕으로 제시된 문제를 해결하는 사고력과 적용하는 능력, 생각하는 바를 논리적으로 전개하는 논술능력을 측정하는 문제를 출제한다.
- 3) 제시문은 고교 교과서내의 내용을 80%이상 포함하는 것을 원칙으로 한다.

2. 출제 유형

- 1) 지문제시형 문제를 출제한다.
- 2) 제시문은 고교 교과서(“고등학교 과학”, 고등학교 생명과학 I“, 고등학교 생명과학 II”)의 다음을 참조하여 구성한다.
 - 과학: 영양과 과학, 탄소의 순환과 기후변화, 첨단과학과 질병치료
 - 고등학교 생명 과학 I : 항상성과 건강, 물질의 순환과 에너지의 흐름
 - 고등학교 생명 과학 II: 세포와 물질대사
- 3) 생명과학논술 문제는 지문에 대한 정확한 독해력, 내용의 분석 능력, 제시된 지식을 이용하여 문제를 해결하는 능력 등을 측정하는 문제를 출제한다. 점수는 40 점이며 1개의 문항으로 구성하되, 각 문항은 3개의 소 논제로 구성한다.
- 4) 약 40-60분 이내에 작성하도록 한다.

3. 출제 의도

- 1) 제시문을 통해 생명현상과 항상성 조절의 기본 개념을 이해하도록 하였으며, 제시문에 기술된 정의를 통해 당대사, 에너지의 생산과 인체질병에 관한 상관관계를 유추하도록 하였다. 이를 통해 항상성 조절의 정의를 정확히 해석하고 적용할 수 있는지를 평가하도록 하였다.

<채점기준>

[문항 1] (25점)

I. 기본 사항

가. 각 문제를 각각 가중치를 가지고 채점하되 총점으로 환산하여 총괄 평가. 수리논술에서는 배당된 점수 범위 내에서 등급이 아닌 점수로 표기하여 합산함.

나. 채점위원 2인이 1조가 되어 한 답안지를 1차와 2차로 나누어 채점하고, 1차 채점의 결과가 10점 이상의 차이가 날 경우 채점위원이 공동 합의로 2차 채점을 진행하고, 2차 채점에서 위원간의 조정이 이루어지지 않을 경우 3차 채점을 실시한다. 3차 채점은 출제위원을 포함한 새로운 채점위원 2인이 채점하되 1차 채점의 상위와 하위 점수 사이의 점수를 부여한다.

다. 논술 답안에 수험생의 신원을 알릴 만한 요소가 있을 때는 다음과 같이 처리한다.

- ① 이름이 본문 내용과 별도로 표기된 경우 : 내용, 형식 모두 0점으로 채점
- ② 이름이 본문 중에 자연스럽게 노출된 경우 : 형식 부분에서 5점 감점
- ③ 제목이 표기된 경우 : 형식 부분에서 5점 감점
- ④ 기타 의도적으로 수험생의 신원을 알리는 기호로 판단되는 요소가 있는 경우 : 사안의 경중에 따라 형식 부분에서 5점 이상 감점

II. 채점 기준 및 정답

1. 정답

문제 1. (10점)

제시문 (나)에 따라 사건 C와 D가 독립이 되려면 $P(C \cap D) = P(C)P(D)$ 를 만족해야 한다.

$$P(C) = P(\{X, Z\}) = a + b, \quad P(D) = P(\{Y, Z\}) = a + 1/5 \text{ 이고}$$

$$P(C \cap D) = P(Z) = a \text{ 이므로 } (a + b)(a + 1/5) = a \text{ 를 만족한다.}$$

$$2a + b + 1/5 = 1 \text{ 이므로 } b = 4/5 - 2a \text{ 가 되어 방정식 } (4/5 - a)(1/5 + a) = a \text{ 를 얻는다.}$$

이를 정리하면 이차방정식 $25a^2 + 10a - 4 = 0$ 가 되고 이를 근의 공식에 넣어

$$a = \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{5} \text{ 를 구한다. } a \text{ 는 } 0 \text{ 보다 크거나 같고 } 2/5 \text{ 보다는 작거나 같아야 하므로, 이 중}$$

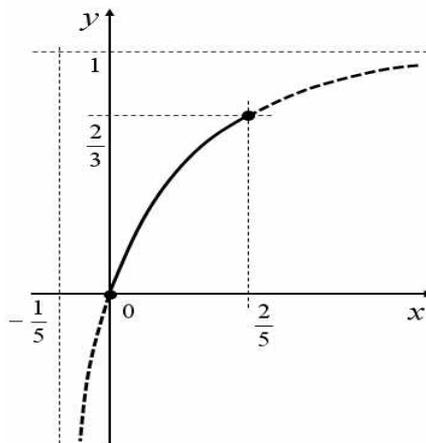
$a = \frac{-1 + \sqrt{5}}{5}$ 가 원하는 답이다.

문제 2. (15점)

제시문 (다)에 의하여 $P(C|D) = \frac{P(C \cap D)}{P(D)}$ 를 만족하므로

$$P(C|D) = \frac{a}{a+1/5} = 1 - \frac{1}{5a+1}$$

가 된다. 확률이 의미를 갖기 위해서는 $0 \leq a \leq 2/5$ 를 만족해야하고 이 함수는 아래 그림에서와 같이 구간 $[0, 2/5]$ 에서 증가함수이므로 최솟값은 $a=0$ 일 때, 0, 최댓값은 $a=2/5$ 일 때 $2/3$ 이다.



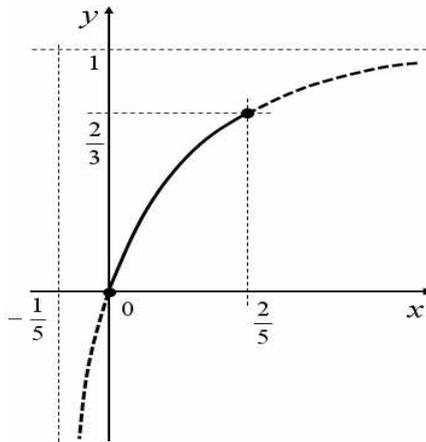
2. 세부 사항

가. 문제의 의도에서 완전히 이탈했거나 각 문제와 전혀 다른 내용을 서술한 경우는 0점으로 채점한다.

나. 문제에 관한 설명이 정답에서 크게 벗어나지 않는 사소한 실수는 그 경중에 따라 1~3점을 차감한다.

정답 항목	정답	점수
문제1	제시문 (나)에 따라 사건 C와 D가 독립이 되려면 $P(C \cap D) = P(C)P(D)$ 를 만족해야 한다. $P(C) = P(\{X, Z\}) = a+b$, $P(D) = P(\{Y, Z\}) = a+1/5$ 이고 $P(C \cap D) = P(Z) = a$ 이므로 $(a+b)(a+1/5) = a$ 를 만족한다. $2a+b+1/5=1$ 이므로 $b=4/5-2a$ 가 되어 방정식	5

	$(4/5 - a)(1/5 + a) = a$ 를 얻는다.	
	이를 정리하면 이차방정식 $25a^2 + 10a - 4 = 0$ 가 되고 이를 근의 공식에 넣어 $a = \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{5}$ 를 구한다. a 는 0보다 크거나 같고 $2/5$ 보다는 작거나 같아야 하므로, 이 중 $a = \frac{-1 + \sqrt{5}}{5}$ 가 원하는 답이다.	5
	제시문 (다)에 의하여 $P(C D) = \frac{P(C \cap D)}{P(D)}$ 를 만족하므로 $P(C D) = \frac{a}{a + 1/5} = 1 - \frac{1}{5a + 1}$ 가 된다.	5
문제2	확률이 의미를 갖기 위해서는 $0 \leq a \leq 2/5$ 를 만족해야 하고 이 함수는 아래 그림에서와 같이 구간 $[0, 2/5]$ 에서 증가함수이므로 최솟값은 $a=0$ 일 때, 0, 최댓값은 $a=2/5$ 일 때 $2/3$ 이다.	10



[문항 2] (35점)

I. 기본 사항

가. 각 문제를 각각 가중치를 가지고 채점하되 총점으로 환산하여 총괄 평가. 수리논술에서는 배당된 점수 범위 내에서 등급이 아닌 점수로 표기하여 합산함.

나. 채점위원 2인이 1조가 되어 한 답안지를 1차와 2차로 나누어 채점하고, 1차 채점의 결과가 10점 이상의 차이가 날 경우 채점위원이 공동 합의로 2차 채점을 진행하고, 2차 채점에서 위원간의 조정이 이루어지지 않을 경우 3차 채점을 실시한다. 3차 채점은 출제위원을 포함한 새로운 채점위원 2인이 채점하되 1차 채점의 상위와 하위 점수 사이의 점수를 부여한다.

다. 논술 답안에 수험생의 신원을 알릴 만한 요소가 있을 때는 다음과 같이 처리한다.

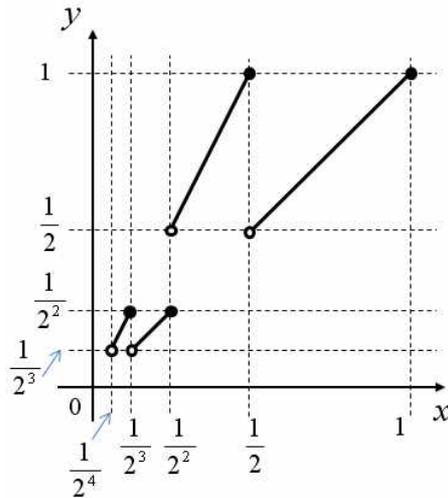
- ① 이름이 본문 내용과 별도로 표기된 경우 : 내용, 형식 모두 0점으로 채점
- ② 이름이 본문 중에 자연스럽게 노출된 경우 : 형식 부분에서 5점 감점
- ③ 제목이 표기된 경우 : 형식 부분에서 5점 감점
- ④ 기타 의도적으로 수험생의 신원을 알리는 기호로 판단되는 요소가 있는 경우 : 사안의 경중에 따라 형식 부분에서 5점 이상 감점

II. 채점 기준 및 정답

1. 정답

문제 1. (10점)

그래프는 다음과 같다.



문제 2. (25점)

$$a_n = \int_{\frac{1}{2^n}}^{\frac{1}{2^{n-1}}} x dx, \quad b_n = \int_{\frac{1}{2^n}}^{\frac{1}{2^{n-1}}} 2x dx \quad \text{라고 하면}$$

$$a_n = \frac{1}{2} x^2 \left| \frac{\frac{1}{2^{n-1}}}{\frac{1}{2^n}} \right| = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2^{2n-2}} - \frac{1}{2^{2n}} \right) = \frac{3}{2^{2n+1}},$$

$$b_n = x^2 \left| \frac{\frac{1}{2^{n-1}}}{\frac{1}{2^n}} \right| = \frac{1}{2^{2n-2}} - \frac{1}{2^{2n}} = \frac{3}{2^{2n}} \quad \text{이 된다.}$$

$$\begin{aligned} a_1 + a_3 + \cdots + a_{2m+1} &= 3 \left(\frac{1}{2^3} + \frac{1}{2^7} + \cdots + \frac{1}{2^{4m+3}} \right) \\ &= \frac{2}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4(m+1)}} \right) \end{aligned}$$

이고

$$\begin{aligned} b_2 + b_4 + \cdots + b_{2m} &= 3 \left(\frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^8} + \cdots + \frac{1}{2^{4m}} \right) \\ &= \frac{1}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4m}} \right) \end{aligned}$$

이므로

(1) $n = 2m + 1$ 일 때

$$\begin{aligned} S_n &= \frac{2}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4(m+1)}} \right) + \frac{1}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4m}} \right) \\ &= \frac{1}{5} \left(3 - \frac{1}{2^{4m}} - \frac{1}{2^{4m+3}} \right) \end{aligned}$$

(2) $n = 2m$ 일 때

$$\begin{aligned} S_n &= \frac{2}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4m}} \right) + \frac{1}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4m}} \right) \\ &= \frac{1}{5} \left(3 - \frac{1}{2^{4m-1}} - \frac{1}{2^{4m}} \right) \end{aligned}$$

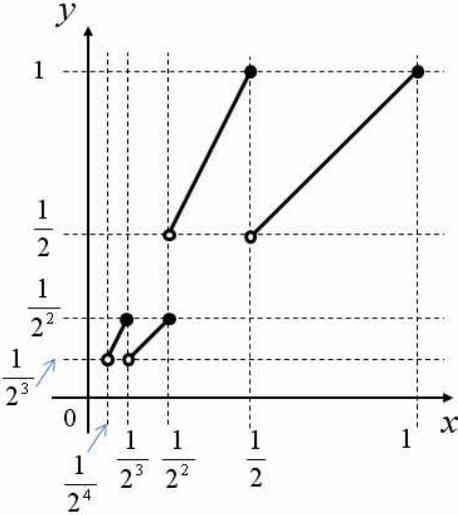
이 된다.

따라서 n 이 무한대로 갈 때 S_n 은 $\frac{3}{5}$ 으로 수렴한다.

2. 세부 사항

가. 문제의 의도에서 완전히 이탈했거나 각 문제와 전혀 다른 내용을 서술한 경우는 0점으로 채점한다.

나. 문제에 관한 설명이 정답에서 크게 벗어나지 않는 사소한 실수는 그 경중에 따라 1~3점을 차감한다.

정답 항목	정답	점수
<p>문제1</p>		<p>10</p>
	$a_n = \int_{\frac{1}{2^n}}^{\frac{1}{2^{n-1}}} x dx, \quad b_n = \int_{\frac{1}{2^n}}^{\frac{1}{2^{n-1}}} 2x dx \text{ 라고 하면}$ $a_n = \frac{1}{2} x^2 \Big _{\frac{1}{2^n}}^{\frac{1}{2^{n-1}}} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2^{2n-2}} - \frac{1}{2^{2n}} \right) = \frac{3}{2^{2n+1}},$ $b_n = x^2 \Big _{\frac{1}{2^n}}^{\frac{1}{2^{n-1}}} = \frac{1}{2^{2n-2}} - \frac{1}{2^{2n}} = \frac{3}{2^{2n}} \text{ 이 된다.}$	<p>5</p>
<p>문제2</p>	$a_1 + a_3 + \dots + a_{2m+1} = 3 \left(\frac{1}{2^3} + \frac{1}{2^7} + \dots + \frac{1}{2^{4m+3}} \right)$ $= \frac{2}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4(m+1)}} \right)$ <p>이고</p> $b_2 + b_4 + \dots + b_{2m} = 3 \left(\frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^8} + \dots + \frac{1}{2^{4m}} \right)$ $= \frac{1}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4m}} \right)$ <p>이므로</p>	<p>10</p>
	<p>(1) $n = 2m + 1$ 일 때</p> $S_n = \frac{2}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4(m+1)}} \right) + \frac{1}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4m}} \right)$ $= \frac{1}{5} \left(3 - \frac{1}{2^{4m}} - \frac{1}{2^{4m+3}} \right)$ <p>(2) $n = 2m$ 일 때</p>	<p>7</p>

	$S_n = \frac{2}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4m}}\right) + \frac{1}{5} \left(1 - \frac{1}{2^{4m}}\right)$ $= \frac{1}{5} \left(3 - \frac{1}{2^{4m-1}} - \frac{1}{2^{4m}}\right)$ <p>이 된다.</p>	
	따라서 n 이 무한대로 갈 때 S_n 은 $\frac{3}{5}$ 으로 수렴한다.	3

[문항 3] (40점)

I. 기본 사항

가. 각 논제를 각각 가중치를 가지고 채점하되 총점으로 환산하여 총괄 평가. 과학논술에서는 배당된 점수 범위 내에서 등급이 아닌 점수로 표기하여 합산함.

나. 채점위원 2인이 1조가 되어 한 답안지를 1차와 2차로 나누어 채점하고, 1차 채점의 결과가 10점 이상의 차이가 날 경우 채점위원이 공동 합의로 2차 채점을 진행하고, 2차 채점에서 위원간의 조정이 이루어지지 않을 경우 3차 채점을 실시한다. 3차 채점은 출제위원을 포함한 새로운 채점위원 2인이 채점하되 1차 채점의 상위와 하위 점수 사이의 점수를 부여한다.

다. 논술 답안에 수험생의 신원을 알릴 만한 요소가 있을 때는 다음과 같이 처리한다.

- ① 이름이 본문 내용과 별도로 표기된 경우 : 내용, 형식 모두 0점으로 채점
- ② 이름이 본문 중에 자연스럽게 노출된 경우 : 형식 부분에서 5점 감점
- ③ 제목이 표기된 경우 : 형식 부분에서 5점 감점
- ④ 기타 의도적으로 수험생의 신원을 알리는 기호로 판단되는 요소가 있는 경우 : 사안의 경중에 따라 형식 부분에서 5점 이상 감점

II. 채점 기준 및 정답

□ 평가 목표

광합성의 기본 원리와 광합성에 의해 생성된 탄수화물이 우리 몸에서 어떻게 대사에 이용되는지에 대한 이해력을 측정한다.

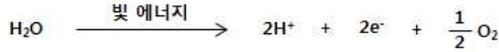
□ 문제풀이 및 답지 해설

- ▶ (문제 1) (10점): 제시문 (가)와 제시문 (나)를 이용하여 이산화탄소, 물, 빛의 상관관계를 산소의 발생 관점에서 논술하시오.

● 문제 풀이:

제시문 (가)와 제시문 (나)를 이용하여 산소의 발생측면에서

- ① 산소의 발생은 빛에 의한 물의 광분해 반응의 결과이며,
- ② 물의 광분해 화학반응식은



- ③ 이산화탄소는 관여하지 않는다.

● 정답 및 배점표: 문제 1의 답은 다음 세 가지로 구성된다.

정답 항목	정답	점수
①	빛에 의한 물의 광분해 반응의 결과이며	4
②	$\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{빛 에너지}} 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + \frac{1}{2}\text{O}_2$	3
③	이산화탄소는 관여하지 않는다.	3

- ▶ (문제 2) (15점): 제시문 (가)의 (A)와 (B)에서 클로렐라를 따로 수확하고 완전히 건조한 후, 각기 다른 그룹으로 격리된 동물의 먹이로 사용하였을 경우 동물의 몸속에 방사성동위원소가 축적되는 경우가 발생할 수 있다. 동물체 내에 방사성동위원소가 축적되었다면 (A)와 (B) 중 어느 쪽의 클로렐라로부터 축적이 발생될 수 있는지, 어떠한 형태로 축적이 될 수 있는지, 그리고 그 이유가 무엇인지 논술하시오. (전체: 세포에 흡수된 단위체는 다른 류(지방 및 단백질)의 유기물질로 전환되지 않음).

● 문제 풀이:

- ① (A)의 ^{18}O 는 물에 있는 것으로 광분해에 의해 공기 중으로 방출되어 없어지고, (B)의 경우 ^{18}O 로 표지된 산소를 갖고 있는 C^{18}O_2 는 클로렐라가 광합성을 통해 탄수화물로 합성될 때 사용되어 진다. 따라서 (B)의 클로렐라를 먹이로 사용하면 동물체내에 방사성동위원소가 축적될 수 있다.
- ② 클로렐라를 먹이로 섭취하면 동물의 위와 장을 거치는 동안 장내의 효소 및 미생물에 의해 단위체인 포도당을 포함하는 단당류로 분해된다. 분해된 단위체 포도당은 장에서 흡수되어 혈액으로 이동되고, 에너지가 필요한 세포내로 이동되어 에너지원으로 사용되고, 여분의 포도당은 글리코겐의 형태로 저장된다.
- ③ 에너지원으로 사용되고 남은 여분의 포도당이 동물체의 몸에 글리코겐의 형태로 저장하는 이유는 급격히 에너지가 필요한 상황이 발생되거나 외부에서 포도당과 같은 에너지 공급원이 차단되었을 경우 혈액 내에 포도당을 공급해 주기 위함이다.

- **정답 및 배점표:** 문제 2의 답은 다음 세 가지로 구성된다.

정답 항목	정답	점수
①	(A)의 ^{18}O 는 물에 있는 것으로 광분해에 의해 공기 중으로 방출되어 없어지고, (B)의 경우 ^{18}O 로 표지된 산소를 갖고 있는 C^{18}O_2 는 클로렐라가 광합성을 통해 탄수화물로 합성될 때 사용되어 진다. 따라서 (B)의 클로렐라를 먹이로 사용하면 동물체내에 방사성동위원소가 축적될 수 있다.	6
②	클로렐라를 먹이로 섭취하면 동물의 위와 장을 거치는 동안 장내의 효소 및 미생물에 의해 단위체인 포도당을 포함하는 단당류로 분해된다. 분해된 단위체 포도당은 장에서 흡수되어 혈액으로 이동되고, 에너지가 필요한 세포내로 이동되어 에너지원으로 사용되고, 여분의 포도당은 글리코겐의 형태로 저장된다.	6
③	에너지원으로 사용되고 남은 여분의 포도당이 동물체의 몸에 글리코겐의 형태로 저장하는 이유는 급격히 에너지가 필요한 상황이 발생되거나 외부에서 포도당과 같은 에너지 공급원이 차단되었을 경우 혈액 내에 포도당을 공급해 주기 위함이다.	3

- ▶ (문제 3) (15점): 제시문 (가)의 (B)에서 수확된 클로렐라를 완전히 건조시킨 후 동물의 먹이로 사용하였고, 이 클로렐라가가 장내에서 온전히 소화되어 단위체로 만들어지고, 이 단위체가 동물체 내에 흡수되어 축적되거나 다른 류(지방 및 단백질)의 유기물질로 전환되지 않고 세포 내에서 완전대사가 이루어진다면 방사성동위원소로 표지된 산소는 최종적으로 어떻게 처리되는지 논술하시오.

- **문제 풀이:**

- ① 제시문 (가)의 (B)의 클로렐라를 섭취하였을 경우 흡수된 포도당은 방사성동위원소로 표지된 ^{18}O 를 포함하는 포도당이 만들어진다. 이 포도당이 동물의 체내로 흡수되어 완전히 대사되기 위하여 해당과정과 TCA 회로를 거쳐 대사된다.
- ② 포도당에서 시작되어 해당과정의 최종산물인 두 분자의 피루브산이 만들어지고, 피루브산 한 분자가 미토콘드리아에서 대사되는 동안 세분자의 C^{18}O_2 를 방출하게 되기 때문에, 포도당 한 분자에서 총 6분자의 C^{18}O_2 가 생성된다.
- ③ 각 조직의 세포에서 대사된 C^{18}O_2 는 혈액으로 통해 폐로 전달되고 호흡을 통해 체외로 배출된다. 그 반응식은 다음과 같다.



- **정답 및 배점표:** 문제 3의 답은 다음 세 가지로 구성된다.

정답 항목	정답	점수
①	(B)의 클로렐라를 섭취하였을 경우 흡수된 포도당은 방사성 동위원소로 표지된 ^{18}O 를 포함하는 포도당이 만들어진다. 이 포도당이 동물의 체내로 흡수되어 완전히 대사되기 위하여 해당과정과 TCA 회로를 거쳐 대사된다.	6
②	포도당에서 시작되어 해당과정의 최종산물인 두 분자의 피루브산이 만들어지고, 피루브산 한 분자가 미토콘드리아에서 대사되는 동안 세분자의 C^{18}O_2 를 방출하게 되기 때문에, 포도당 한 분자에서 총 6분자의 C^{18}O_2 가 생성된다.	6
③	<p>각 조직의 세포에서 대사된 C^{18}O_2는 혈액으로 통해 폐로 전달되고 호흡을 통해 체외로 배출된다. 그 반응식은 다음과 같다.</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}^{18}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 6\text{C}^{18}\text{O}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$	3