

가톨릭대학교 2015학년도 수시
논술고사 문제지 【논술우수자 전형】 (이과)

지원학부(과) :

이 름 :

수험번호 :

[문항 1] 제시문 (가)~(마)를 읽고 문제(문제 1, 문제 2)에 답하시오. (25점)

(가) 어느 도로상에 n 개의 휴게소 P_1, P_2, \dots, P_n 이 있다.

(나) A 는 자동차로 P_1 에서 출발하여 P_2, P_3, P_4, \dots 의 순서로 이동하고, B 는 자동차로 P_n 에서 출발하여 $P_{n-1}, P_{n-2}, P_{n-3}, \dots$ 의 순서로 이동한다.

(다) A 가 P_k 에서 P_{k+1} 로 이동할 때, 시간은 $3k$ 분이 걸리고 휘발유는 $22 - \frac{32}{k(k+1)}$ 데시리터를 사용한다. (단, 1데시리터는 0.1리터이다.)

(라) B 가 P_k 에서 P_{k-1} 로 이동할 때, 시간은 k 분이 걸리고 휘발유는 $20 + (-1)^k$ 데시리터를 사용한다.

(마) A 와 B 는 n 개의 휴게소 중 한 휴게소에서 만나려고 한다.

문제 1. (10점) $n=20$ 일 때, 두 사람이 사용하는 휘발유의 총량을 최소화하기 위해서는 어느 휴게소에서 만나야 하는지 논술하시오.

문제 2. (15점) $n=2m$ 이고 A 와 B 가 동시에 출발한다고 할 때, 가장 빨리 만나려면 어느 휴게소에서 만나야 하는지 논술하시오. (단, m 은 주어진 자연수이다.)

[문항 2] 제시문 (가)~(사)를 읽고 문제(문제 1, 문제 2)에 답하시오. (35점)

(가) 모든 실수 x 에 대하여 $f(2x) = 2f(x) + x^2$ 이 성립하는 함수 f 를 모두 모아놓은 집합을 A 라고 하자.

(나) 모든 실수 x 에 대하여 $g(2x) = g(x) + x$ 가 성립하는 함수 g 를 모두 모아놓은 집합을 B 라고 하자.

(다) 함수 g 가 B 의 원소이면, 실수 x 에 대하여 다음이 성립한다.

$$\text{모든 자연수 } n \text{에 대하여, } g(x) = g\left(\frac{x}{2^n}\right) + \left(1 - \frac{1}{2^n}\right)x \text{이다.}$$

(라) 함수 f 에 대하여 극한값 $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$ 가 존재하면 함수 f 는 $x=a$ 에서 미분가능하다고 하고 이 극한값을 $f'(a)$ 로 나타낸다.

(마) 함수 f 가 $x=a$ 에서 연속이고, 수열 $\{a_n\}$ 의 극한값이 a 이면 수열 $\{f(a_n)\}$ 의 극한값은 $f(a)$ 이다.

(바) 집합 B 의 원소 중에서, $x=0$ 에서 연속인 함수를 모두 모아놓은 집합을 C 라고 하자.

(사) 집합 A 의 원소 중에서 다음 두 조건을 만족하는 함수 f 를 모두 모아놓은 집합을 D 라고 하자.

1. 함수 f 는 모든 실수에서 미분가능하다.
2. 도함수 f' 은 $x=0$ 에서 연속이다.

문제 1. (15점) 제시문 (가)에서 정의된 집합 A 의 원소인 함수 f 가 $x=a$ 에서 미분가능하면 f 는 $x=2a$ 에서도 미분가능함을 제시문 (라)의 정의에 따라 논술하고, 제시문 (다)가 참임을 수학적 귀납법을 이용하여 논증하시오.

문제 2. (20점) 제시문 (바)와 (사)에서 정의된 집합 C 와 D 의 원소를 모두 구하고 그 근거를 논술하시오.

[문항 3] 제시문 (가)~(다)를 읽고 문제(문제 1~3)에 답하시오. (40점)

(가) 원핵세포의 크기는 폭이 약 1 μm 이고 길이가 약 5 μm 인 반면 진핵세포의 크기는 10~15 μm 이다. 진핵세포 중 생식세포인 정자와 난자는 역할의 차이 때문에 크기가 일반 세포와 매우 다르다. 정자는 침체와 핵을 함유하고 있는 머리, 능동적으로 움직이기 위해 필요한 에너지를 만들어내는 중편, 그리고 운동성을 제공하는 꼬리로 이루어져 있다. 머리는 난자까지 경쟁적으로 빠르게 도달하기 위해 최소한의 세포질을 가지고 있어 크기는 폭이 약 5 μm 이며, 꼬리까지의 전체 길이는 40~50 μm 이다. 반면에 난자는 물질대사, 유전 등과 같은 일반적인 세포의 모든 특성을 가지고 있어 세포 중 가장 큰 세포에 속한다. 또한 난자는 착상 후 혈관이 형성될 때까지 외부로부터 영양분을 공급받지 못하는 까닭에 세포질 속에 많은 영양분을 가지고 있어, 사람의 경우 약 100 μm 의 크기를 갖는다. 수정이 된 후 초기에는 수정란이 난황을 통해 크기 변화 없이 평균 크기의 세포로 증식해 나간다. 개체의 크기와 상관없이 개체를 이루고 있는 세포의 크기가 비슷하기 때문에 코끼리와 생쥐와 같이 개체의 크기 차이는 세포의 크기가 아니라 개체를 이루고 있는 세포 수의 차이에 의해 일어난다.

(나) 사람의 몸을 이루는 세포는 약 60조 개로 추정되고, 각 세포들은 주변 환경과 물질을 교환할 수 있는 전략을 가진다. 예를 들면, 소장 상피세포는 내강 쪽에 미세융모를 갖고 있어 소장 내의 영양분을 최대한 빨리 흡수할 수 있도록 최대한의 면적을 갖는다. 흡수된 영양분은 주로 분자들의 무작위적인 확산 운동이나 세포 내 골격단백질을 이용하는 에너지 의존적 운송을 통하여 이동한다. 세포 내 확산의 경우, 물질의 이동에 걸리는 시간은 거리의 제곱에 비례한다.

(다) 유전물질인 DNA는 단백질 합성에 필요한 아미노산 서열 정보를 염기서열의 형태로 저장하고 있다. DNA를 구성하는 4가지 염기를 사용한 염기서열에서 연속된 3개의 염기가 아미노산을 지정하는 정보로 사용된다. 즉, DNA의 염기서열은 RNA로 전사되고, 전사된 RNA는 염기 3개씩 해당 아미노산으로 번역된다. 하나의 아미노산으로 읽히는 RNA 염기 3개를 코돈이라고 한다. 코돈은 모두 64종류가 있으며, 이 코돈들은 20종류의 아미노산을 지정한다. 코돈 중에는 단백질의 합성을 알리는 시작코돈도 있으며, 지정하는 아미노산이 없는 몇몇 코돈은 단백질 합성을 끝내는 신호가 된다. DNA 정보에 따라 RNA를 거쳐 번역된 아미노산은 순서대로 리보솜에 의해 중합되어 단백질로 합성된다. 진핵생물이 생산하는 모든 단백질은 시작코돈이 지정하는 아미노산인 메싸이오닌(Met)으로부터 중합이 시작된다. 1961년 니런버그와 매대이는 인공적으로 만든 RNA를 이용해 시험관 내에서 단백질을 합성함으로써 아래와 같은 유전 암호를 풀 수 있었다.

<유전암호 표>

		두 번째 염기										
		U		C		A		G				
첫 번째 염기	U	UUU	페닐알라닌 (Phe)	UCU	세린 (Ser)	UAU	타이로신 (Tyr)	UGU	시스테인 (Cys)	U		
		UUC		UCC			UAC		UGC		C	
		UUA	류신 (Leu)	UCA			UAA	종결코돈	UGA	종결코돈	A	
		UUG		UCG			UAG			UGG	트립토판 (Trp)	G
	C	CUU	류신 (Leu)	CCU	프롤린 (Pro)	CAU	히스티딘 (His)	CGU	아르지닌 (Arg)	U		
		CUC				CCC		CAC			CGC	C
		CUA				CCA		CAA		글루타민 (Gln)	CGA	A
		CUG				CCG		CAG			CGG	G
	A	AUU	아이소류신 (Ile)	ACU	트레오닌 (Thr)	AAU	아스파라긴 (Asn)	AGU	세린 (Ser)	U		
		AUC				ACC		AAC		AGC	C	
		AUA				ACA		AAA	라이신 (Lys)	AGA	A	
		AUG	메싸이오닌 (Met) ; 시작코돈	ACG			AAG		AGG	G		
	G	GUU	발린 (Val)	GCU	알라닌 (Ala)	GAU	아스파르트산 (Asp)	GGU	글라이신 (Gly)	U		
		GUC				GCC		GAC			GGC	C
		GUA				GCA		GAA		글루탐산 (Glu)	GGA	A
		GUG				GCG		GAG			GGG	G

* 괄호 안은 아미노산의 약어임.

(라) 중세 유럽에서 가장 큰 규모의 재앙은 페스트였다. 페스트는 1347년부터 1351년 사이의 약 3년 동안 2천만 명에 가까운 사망자를 냈다. 내출혈로 인해 생기는 피부의 검은 반점 때문에 흑사병으로도 불리는 이 병은 쥐벼룩에 의해 전파되는 였시니아 페스티스(*Yersinia pestis*)라는 박테리아의 감염으로 발생한다. 이 박테리아에 감염되고 약 6일간의 잠복기가 지나면 환자는 통증, 기침, 각혈, 호흡곤란, 고열을 호소하게 되며, 대부분의 환자는 24시간 내에 사망하게 된다. 이와 같이 박테리아에 의해 감염되는 질병에는 페스트 이외에도 페렴, 결핵, 콜레라, 탄저, 장티푸스 등이 있다.

(마) 에볼라 출혈열은 1976년에 처음으로 알려진 질병으로 사람과 유인원이 감염되면 전신에 출혈을 동반하고, 치사율이 약 50%에 이르는 급성 열성 전염병이다. 이 질병은 에볼라 바이러스에 의해 발생하며, 바이러스에 감염된 사람의 혈액 또는 분비물의 직접적인 접촉이나 바이러스를 포함한 분비물에 오염되어 있는 기구를 통한 간접적인 접촉으로 전파된다. 바이러스에 감염 후 약 2~19일의 잠복기가 지나면 환자는 고열과 두통 및 근육통, 심한 피로 및 설사 등의 증세를 보이고, 이후에 피부가 벗겨져 피부와 점막에서 심한 출혈에 의한 쇼크로 사망하게 된다. 이와 같이 바이러스에 의해 감염되는 질병으로는 조류독감, 풍진, 천연두, AIDS, 중증급성호흡기증후군(SARS) 등이 있다.

문제 1. (15점) (가)와 (나)에서 세포가 왜 일정한 크기 이상으로 성장하는 것이 불리한지, 한 변의 길이가 10 μm 인 정육면체와 20 μm 인 정육면체 세포를 가정하여 비교·논술하시오.

문제 2. (15점) 아래 어떤 진핵생물의 두 DNA 염기서열에는 번역 시 단백질의 첫 번째 아미노산을 지정하는 부분이 있다. 제시문 (다)의 유전암호 표를 사용하여 정상 유전자와 돌연변이 유전자로부터 만들어지는 단백질의 아미노산 서열의 차이와 그 원인을 비교하여 논술하시오.

정상 유전자 : 5'-GATGCAGTACAGTGATATTTAAGCT-3'

돌연변이 유전자 : 5'-GATGCAAGTACAGTGATATTTAAGCT-3'

문제 3. (10점) 환자 A는 제시문 (라) 종류의 병원체에 감염되었고, 환자 B는 제시문 (마) 종류의 병원체에 감염되었다. 두 환자에게 각각 항생제를 투여하면 어떤 결과가 나타날지 두 종류의 병원체 특징을 기반으로 비교하여 논술하시오.