

2016학년도 모의논술 문제지

자연계

수학

제시문 1

다음은 건국이와 수학선생님의 대화를 옮긴 것이다.

건국이: 선생님, 탄젠트함수나 사인함수로 치환해서 정적분의 값을 구하는 경우, 그 피적분함수의 부정적분은 무엇인지 잘 모르겠어요. 예를 들어, 탄젠트함수로 치환해서 정적분의 값을 구하는 분수함수 $y = \frac{1}{1+x^2}$ 의 부정적분은 무엇인가요? $x = \tan\theta$ 로 치환하면 이 함수의 적분은 θ 만 남잖아요?

선생님: 네, 맞아요. 문제는 θ 를 x 에 대한 식으로 나타내는 것이지요.

건국이: 음... 어떻게 나타내나요?

선생님: 역함수를 한번 생각해 보세요.

건국이: 아, $x = \tan\theta$ 이니까 θ 를 x 에 대한 함수로 보면 탄젠트함수의 역함수가 되는 거군요.

선생님: 그렇지요. 즉 분수함수 $y = \frac{1}{1+x^2}$ 의 부정적분은 탄젠트함수의 역함수란 말이지요.

[문제 1-1] (단답형) 정적분 $\int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{1+4x^2} \right) dx$ 의 값을 구하여 답만 쓰시오.

[문제 1-2] (서술형) 정적분 $\int_0^1 \frac{1}{\sqrt{4-x^2}} dx$ 의 값을 구하되, 풀이 과정도 함께 쓰시오.

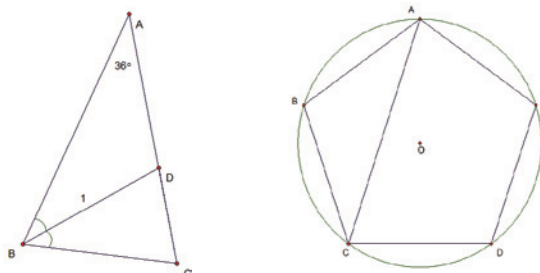
제시문 2

[가]

눈금 없는 자와 컴퍼스만으로 일부 정다각형을 작도하는 방법은 오래전부터 알려져 있었다. 그 중에서 정삼각형, 정사각형, 정육각형의 작도 방법은 간단하지만, 정오각형의 작도는 조금 복잡하다. 정오각형을 작도할 수 있다는 사실은 눈금 없는 자와 컴퍼스를 사용하여 36° 를 작도할 수 있다는 것이다.

[나]

다음의 왼쪽 삼각형에서 $AB = AC$ 이고 $\angle BAC = 36^\circ$ 이며, $AD = BD = 1$ 이다. 또, 오른쪽 그림에서 정오각형 $ABCDE$ 는 중심 O 이고 반지름이 1인 원에 내접한다.



[문제 2-1] (단답형) $0 < \theta < \pi$ 이고 $\sin\theta = 2\sin 2\theta$ 일 때, $\sin\theta$ 의 값을 구하여 답만 쓰시오.

[문제 2-2] (서술형) 위의 제시문 [나]의 왼쪽 삼각형을 이용하여 $\cos 72^\circ$ 값을 계산하되, 계산과정도 함께 쓰시오.

[문제 2-3] (서술형) 위의 제시문 [나]의 오른쪽 그림에서 점 O 에서 선분 AB 까지의 거리를 d_1 , 점 O 에서 선분 AC 까지의 거리를 d_2 라고 할 때, $d_1 - d_2$ 의 값을 계산하되, 계산과정도 함께 쓰시오.

생명과학

제시문

[가]

사람의 몸에서 각 부분이 서로 조화를 이루고 생명활동이 원활하게 일어나기 위해서는 몸 안의 상태가 일정하게 유지되어야 한다. 사람의 몸은 외부 환경이 변하더라도 내부 환경을 일정하게 유지하려는 항상성을 갖고 있다. 항상성 유지를 위한 조절 작용은 신경계와 호르몬에 의해 이루어진다.

[나]

격렬한 운동을 할 때에는 에너지가 많이 필요하므로 소비하는 산소도 많아진다. 따라서 필요한 산소를 빠르게 공급하기 위해 호흡 운동이 빨라진다. 사람은 세포 호흡에 필요한 산소를 효율적으로 흡수하기 위해 폐를 비롯한 호흡계를 가지고 있다. 폐에서 일어나는 기체 교환은 분압 차이로 인한 확산에 의하여 일어난다. 즉, 산소는 산소 분압이 높은 폐포에서 산소 분압이 낮은 모세 혈관으로 확산되고, 이산화 탄소는 이산화 탄소 분압이 높은 모세 혈관에서 이산화 탄소 분압이 낮은 폐포로 확산되는데, 이 과정을 외호흡이라고 한다. 그리고 모세혈관으로 흡수된 산소가 조직 세포로 전달되고 조직 세포의 이산화 탄소가 모세 혈관으로 나오는 과정을 내호흡이라고 한다. 내호흡에서 산소는 모세혈관에서 조직세포로 확산되고, 이산화 탄소는 반대로 조직 세포에서 모세 혈관으로 확산된다.

[다]

세포 호흡은 대표적인 이화 작용으로, 미토콘드리아에서 일어난다. 세포 호흡에 가장 많이 이용되는 영양소인 포도당은 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지를 방출한다. 이때 방출된 에너지의 약 40%는 ATP 형태로 저장되고, 나머지는 열로 방출되어 체온 유지에 이용된다. ATP는 아데노신에 3개의 인산기가 결합된 형태로, 끝에 있는 2개의 인산기는 고에너지 인산 결합으로 연결되어 있다. ATP가 ADP와 인산으로 분해될 때 이 결합이 끊어지면서 에너지를 방출한다. ATP가 분해되어 방출되는 에너지는 물질의 합성과 운반, 체온 유지, 뇌 활동, 근육 운동, 성장 등 다양한 생명 활동에 이용된다. 에너지를 얻는 과정에서 생긴 ADP는 세포 호흡 과정에서 다시 ATP로 합성되어 재사용된다.

[문제 1] 어떤 사람의 미토콘드리아 기능이 순간적으로 저하되었을 때와 장기적으로 크게 저하되었을 경우 제시문에 근거하여 외호흡과 내호흡에는 각각 어떤 문제점이 생겼는지 기술하고 그 이유를 설명하시오.

[문제 2] 1978년 5월, 라인홀드 메스너와 피터 헤벨러는 보조 산소 없이 최초로 에베레스트 산 정상 등반에 성공하였다. 일반적으로 고산지대에 가게 되면 산소가 부족하여 고산병에 걸리기도 한다. 인간의 신장세포에서 합성되는 조혈 호르몬은 적혈구의 형성을 촉진하는 호르몬인데, 에베레스트 산을 등반하던 메스너와 헤벨러에게서 조혈 호르몬의 분비가 어떻게 조절되었는지 제시문에 근거하여 예측하시오.

화학

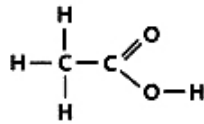
제시문

[가]

18족의 비활성 기체는 원자가 전자가 모두 채워져 안정한 전자 배치를 이루고 있기 때문에 다른 원소와 결합하지 않고 주로 일원자 분자로 존재한다. 다른 원자들도 전자를 잃거나 얻어서 비활성 기체와 같은 전자 배치를 이루려는 경향이 있는데, 이것을 옥텟 규칙이라고 한다. 원자들이 전자를 서로 주고받거나 공유하여 화학 결합이 형성되면 화합물을 이루는 원자들은 옥텟 규칙을 만족한다.

[나]

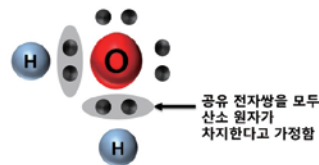
구조식은 원자와 원자 사이의 공유 결합을 선으로 연결하여 나타낸 화학식을 말한다. 두 원자 사이에 한 개의 전자쌍을 공유한 결합을 단일 결합이라고 하며 단일 결합은 한 줄의 결합선으로 나타낼 수 있다. 이와 유사하게 두 개의 전자쌍 공유한 이중 결합은 두 줄의 결합선으로, 세 개의 전자쌍 공유한 삼중 결합은 세 줄의 결합선으로 나타낼 수 있다. 아세트산(acetic acid)의 구조식을 나타내면 다음과 같다.



〈그림 1〉 아세트산(acetic acid) 분자의 구조식

[다]

공유 결합에 참여하는 원자 중에서 전기 음성도가 더 큰 원자로 공유 결합 전자가 완전히 이동하였다고 가정할 때, 각 원자에 할당된 전하수를 산화수라고 한다. 산화수는 공유 결합 물질의 원자 사이에 주고받은 전자의 수로 나타내며, 전자를 잃은 상태는 (+) 부호를 붙여 나타내고, 전자를 얻은 상태는 (-) 부호를 붙여 나타낸다. 예를 들어 물 분자에서 산소는 수소보다 전기 음성도가 크므로 전자쌍을 모두 산소가 차지하는 것으로 가정한다. 그러면 산소는 2개의 수소로부터 2개의 전자를 얻은 것이므로 그 전하는 -2이고, 수소는 전자 1개를 산소에게 준 것이므로 그 전하는 +1이다. 따라서 물에서 수소의 산화수는 +1이고, 산소의 산화수는 -2이다



〈그림 2〉 물 분자의 구조와 전자의 분포

[문제 1] 아세트산 분자의 구조에 있는 탄소원자를 각각 1번 탄소(산소와 결합한 쪽의 탄소)와 2번 탄소(수소와 결합한 쪽의 탄소)라고 할 때, 두 탄소원자의 산화수를 비교 설명하시오. (단, H, C, O의 전기음성도는 각각 2.1, 2.5, 3.5 이다.)

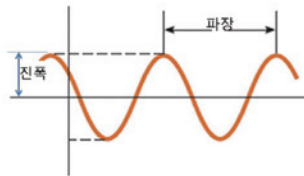
[문제 2] 제시문의 내용을 바탕으로, C, H, O의 세 종류의 원소로 이루어진 중성의 탄소화합물로서 탄소 원자의 산화수가 +2, 0, -2가 되는 가장 간단한 화합물의 구조식을 각각 제안하시오. 이를 통해 미루어 볼 때, C, H, O의 세 종류의 원소로 이루어진 중성의 탄소화합물에서 탄소의 산화수는 +2 보다 더 큰 값을 가질 수 있을지 설명하시오. (단, 여기서 가장 간단한 구조란 분자량이 가장 작은 구조를 의미한다.)

물리

제시문

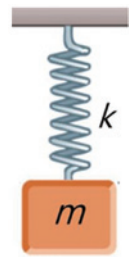
[가]

진동이란 제자리에서 왕복운동을 반복적으로 하는 것을 말하고 그러한 진동이 퍼져나가면 그것을 파동이라고 한다. 파동의 특징은 진폭, 파장과 진동수, 그리고 주기 등으로 나타낼 수 있다. 일반적으로 파장은 마루에서 마루 또는 골에서 골까지의 거리를 나타내며 보통 λ 로 표시하고 단위는 m를 사용한다. 진동수는 1초 동안 진동하는 횟수를 나타내며, 보통 f 로 표시하고 단위로는 Hz를 사용한다. 주기는 한번 왕복하는 데 걸리는 시간을 나타내며, 보통 T 로 표시하고, 단위로는 초를 사용한다. 이때 진동수와 주기는 $T=1/f$ 의 관계를 만족한다. 파동의 속력 v 는 파장을 주기로 나누면 구할 수 있다. 즉 $v = \lambda/T = f\lambda$ 이다. 파동의 대표적인 예로 소리를 들 수 있는데, 공기 중 상온에서 소리의 속력은 340 m/s로 알려져 있다.



[나]

소리는 기체의 진동뿐 아니라 액체나 고체의 진동에 의해서도 전달될 수 있다. 예를 들어 물 속에서는 물의 진동에 의해, 기차길에서는 레일의 진동에 의해 소리가 전달될 수 있다. 소리의 속력은 공기 중과 비교하면 물 속에서는 약 4배, 쇠에서는 약 15배나 빠르게 전달된다. 이처럼 소리의 속력이 매질의 종류에 따라 달라지는 이유는, 용수철이 진동하는 경우를 이용하여 이해할 수 있다. 그림과 같이 용수철이 질량 m 인 물체를 매달고 진동할 때 물체의 질량이 클수록 주기가 길어지고 용수철 상수 k 가 클수록 주기가 짧아지는 것을 알 수 있는데 용수철의 진동을 소리를 전달하는 매질의 특성에 비추어 보면 스프링이 외부의 파동에 따른 진동으로부터 빨리 되돌아오려고 하는 정도 즉 진동 주기가 짧을수록 소리를 빠르게 전달한다고 생각할 수 있다. 용수철의 진동 주기와 용수철의 질량, 용수철 상수와의 관계는 다음과 같다.



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

[다]

우리 귀는 공기의 밀한 부분과 소한 부분의 압력 차이에 의해 고막이 떨리면서 소리를 들을 수 있게 되어있다. 소리의 파동 주기에 따라 고막이 떨리게 되고 고막 내의 중이에 있는 청소골에서 이 파동을 증폭시켜서 달팽이관 안에 있는 신경으로 증폭된 파동을 보내게 된다. 달팽이관 안에는 수천 개의 신경세포가 있는데 각각의 신경세포는 고유한 진동주기를 가지고 있어서 특정한 주기의 파동이 달팽이관으로 들어오면 이 특정 주기에 맞게 진동하는 신경세포가 흔들리게 되면서 소리 신호가 대뇌로 전달되게 된다. 달팽이관의 입구에는 높은 소리(큰 진동수)를 들을 수 있는 신경세포가 있고 안쪽으로 들어갈수록 낮은 소리(낮은 진동수)를 들을 수 있는 신경세포가 분포되어 있다. 우리 귀의 신경 세포는 마치 진동 주기가 다른 용수철들이 달팽이관 안에 순차적으로 배열되어 있는 것과 같이 생각할 수 있다.

[문제 1] 상온 공기 중에서 기타줄을 튕겨서 기타줄 주변 공기를 1초에 680회 주기적으로 진동시켜 소리를 냈다고 하자. 이 기타 소리가 가진 파동의 파장 길이가 얼마가 되는지 제시문을 바탕으로 기술하여라.

[문제 2] 어떤 사람의 청각 신경 세포 중 일부가 손상되어서 3184 Hz의 진동수를 가진 소리를 듣지 못하게 되었다고 하자. 이 진동수를 주기로 환산하면 3.14×10^{-4} 초가 된다. 청각 신경 세포가 손상되기 전 질량이 0.1 마이크로 그램 (1 마이크로 그램 = 10^{-6} g = 10^{-9} kg) 이었다고 한다면 손상되기 전 이 진동수의 소리를 감지했던 청각 신경 세포의 스프링 상수는 몇 N/m 였었는지 제시문을 바탕으로 기술하여라. (π 값은 3.14로 계산하여라.)