논 술 (자연계)

(가)

오존(O_3)은 산화성이 강한 기체상태의 분자로서 인간이 거주하는 대류권에 존재할 경우 허파와 같은 호흡기의 손상을 가져온다. 하지만 지상 30 km 부근의 성층권에 존재하는 오존은 태양의 자외선을 흡수하여 생명체에 해로운 자외선이 지표에 도달하는 것을 차단한다.

(나)

프레온 가스는 메탄(CH_4)의 C−H 결합을 인공적으로 할로겐화한 물질로서 CF_2Cl_2, $CFCl_3$ 등의 분자식을 가진다. 프레온은 냉장고와 에어컨의 냉매로 사용되어 왔으나, 프레온 가스가 오존층을 파괴한다는 사실이 알려진 이후 사용이 금지되었다. 프레온 가스가 성층권에 도달하면 자외선을 받아 다음과 같은 광분해반응이 일어난다.

$$CF_2Cl_2 + \text{빛} \rightarrow CF_2Cl + Cl \qquad (1)$$

이 반응에서 생성된 Cl 원자는 다음과 같은 반응을 유발하거나,

$$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2 \qquad (2a)$$
$$ClO + O \rightarrow Cl + O_2 \qquad (2b)$$

물(H_2O)과 반응하여 염산(HCl)으로 바뀐다.

$$Cl + H_2O \rightarrow HCl + OH \qquad (3)$$

(다)

화학반응의 속도는 단위 시간과 단위 부피 당 얼마나 많은 수의 생성물 분자가 만들어지는지를 의미하며, 반응생성물분자수/부피/시간의 단위로 표시한다. 촉매는 잘 일어나지 않는 화학반응을 활발히 일어나도록 하는 화학물질로 자신은 전체적으로는 새로 생성되거나 소비되지 않는다.

논제 1.

(a) Cl 원자가 오존층 파괴의 촉매역할을 하는지를 위에 제시한 화학식을 이용하여 판단하시오.

(b) (2a)와 (2b)의 반응속도를 각각 10이라 할 때 (3)의 반응속도는 10^{-4} 정도이다. 이로부터 Cl 원자 1개가 염산 분자로 바뀌기 전까지 평균적으로 몇 개의 오존 분자를 파괴하는지 예측하시오. 단, 염산은 산소 및 오존 분자와 반응하지 않는다고 가정한다.

(c) 프레온이 오존층을 파괴할 수 있다는 우려가 처음 제기되었을 때, 프레온을 생산하는 회사는 프레온 분자가 무거워서 성층권까지의 확산이 어려우며 따라서 프레온이 오존층 파괴의 주범이 아니라고 주장하였다. (a)와 (b)의 답을 바탕으로 이 회사의 주장을 반박하시오.

뒷장에 계속 ☞

(라)

괘종시계의 추는 일정한 주기로 움직인다. 주기는 추가 한번 왕복하는데 걸리는 시간으로 추를 아래 방향으로 당기는 힘이 클수록 줄어든다. 따라서 지구보다 중력이 작은 달에서는 추의 주기가 늘어난다.

그림 1의 ①은 마찰이 없는 축에 매달린 막대자석의 주기 운동을 나타내고 있다. 이 막대자석 아래에 ②와 같이 또 다른 막대자석을 놓은 경우, ③과 같이 자석이 흔들리는 평면과 수직인 평면상에 저항이 있는 회로를 놓은 경우, ④와 같이 자석이 흔들리는 평면상에 ③과 동일한 회로를 놓은 경우를 생각하자.

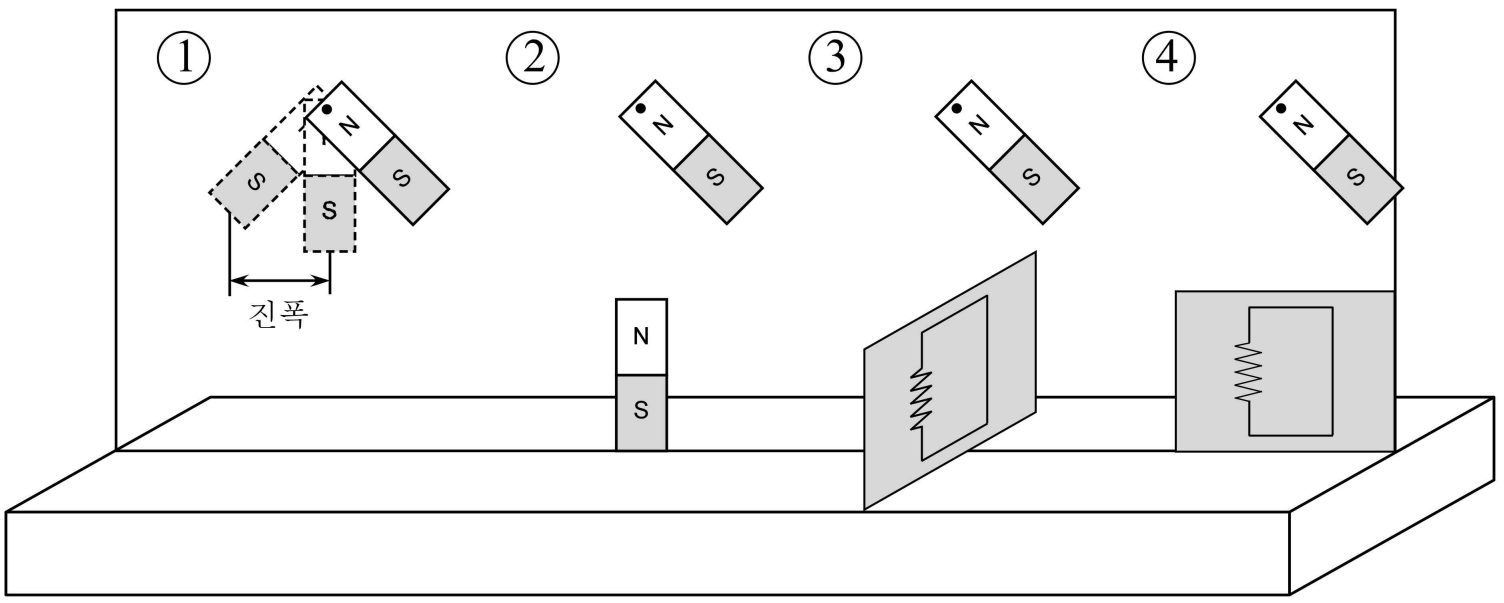


그림 1

논제 2.

(a) 막대자석을 같은 높이에서 살며시 놓을 때 그림 1의 모든 경우에서 각각의 주기에 대하여 논술하시오.

(b) 위의 각 경우 막대자석의 진폭이 시간에 따라 변화하는 추이를 설명하시오.

뒷장에 계속 ☞

(마)

생명체의 진화를 설명하는 여러 가설 가운데 가장 널리 인용되는 것은 다윈이 주장한 '자연선택설'이다. 이 설은 다윈이 여러 곳을 항해하면서 수집한 자료를 바탕으로 작성한 '종의 기원'이라는 저서에 기술되어 있다. 다윈은 이 책에서 다음과 같이 적었다. "생물은 자손을 많이 낳는다. 그 자손 중 변이를 일으켜 환경에 더 잘 적응된 자는 살아남을 확률이 높다. 즉, 생존 경쟁에서 이기게 되는 것이다. 환경에 잘 적응된 자가 자손을 남기고 생물은 그 방향으로 진화한다."

다윈의 진화론은 이론생물학 외의 여러 학문에 영향을 미쳤다. 다윈의 저서에 영향을 받은 버뱅크는 집단선택법을 이용하여 많은 품종을 개량하였다. 버뱅크가 개량한 감자, 토마토 등은 작물의 생산성을 높이는데 많은 기여를 하였다. 진화론은 사회과학에도 영향을 미쳤다. 일부 사회과학자들은 역사의 진보가 개인 대 개인, 국가 대 국가 간의 경쟁에 의해 이뤄진다고 하면서 진화론이 그 과학적인 증거를 제시한다고 주장한다.

(바)

미토콘드리아는 세포로 운반된 산소와 영양소를 이용하여 ATP를 합성하는 '세포내 소기관'이다. ATP는 생명 활동에 이용되는 에너지를 저장하고 운반하는데 사용되는 물질이다. 인체에서 미토콘드리아가 많이 발견되는 곳은 근육이다.

미토콘드리아와 박테리아는 여러 면에서 유사한 특성을 가지고 있다. 예를 들면, 미토콘드리아는 독립적인 게놈을 가지고 있으며, 새로운 미토콘드리아가 생성되는 방식은 박테리아의 분열법인 이분법과 비슷하다. 따라서 현재 진핵세포(유전물질이 막으로 둘러싸여 있는 세포)에 존재하는 미토콘드리아는 원래 독립적으로 생활하던 박테리아였으며, 진화의 과정동안 세포내로 편입된 것으로 과학자들은 생각하고 있다. 세포는 미토콘드리아에게 보금자리를 제공하고 미토콘드리아는 세포에게 에너지를 제공하였을 것이다. 이렇게 세포내 미토콘드리아의 존재를 설명하는 설을 내공생설(endosymbiosis theory)이라고 한다.

(사)

최근 들어 급속히 증가하는 인구와 산업화로 인해 인류의 미래가 크게 위협받고 있다. 식량이 부족해지고, 환경이 오염되고 있으며, 새로운 질환이 생기고 있다. 돼지 독감 바이러스라고 불리기도 했던 H1N1 인플루엔자 바이러스에 의한 신종 질환은 그 대표적인 예이다. 미국 질병통제예방센터에서 발표한 내용(http://www.cdc.gov/h1n1flu)에 따르면 H1N1 인플루엔자 바이러스는 매우 특이한 바이러스라고 한다. 북미 계통의 돼지 인플루엔자 바이러스, 아시아와 유럽에서 발견되는 돼지 인플루엔자 바이러스를 포함하여 서로 다른 출처로부터 유래한 4종류의 유전 정보가 하나의 바이러스에 들어있기 때문이다. 유전 정보가 새로운 형태로 조합되면 그 바이러스는 새로운 성질을 갖게 되며 기존의 바이러스에 대한 인체의 면역 체계를 피해갈 수 있다.

인류의 미래를 위협하는 이러한 문제들을 극복하기 위하여 생명과학 기술이 활발히 개발되고 있다. 서로 다른 두 세포의 특성이 하나의 세포에서 나타나도록 함으로써 기존의 세포에 비해 장점을 가진 세포를 만드는 기술을 이용한 단일 항체 대량 생산도 그 한 가지 예이다.

논제 3.

(a) 제시문 (사)에서 언급된 단일 항체의 대량 생산 과정을 설명하시오.

뒷장에 계속 ☞

(b) 다윈의 주장이 단일 항체의 대량 생산 과정에는 어떻게 적용될 수 있는지 설명하시오.

(c) 미토콘드리아를 가진 진핵세포의 발생과 새로운 바이러스의 발생으로부터 제시문 (마)에서 소개된 '자연선택설'과는 다른 진화의 모델을 생각해볼 수 있다. 제시문 (바)와 (사)에 근거하여 생명체가 어떻게 진화할 수 있는지 논술하시오.

뒷장에 계속 ☞

(아)

길이가 1로 고정된 선분 $\overline{AB}$ 위에 A로부터 $1-a$만큼 떨어진 지점에 P가 있다. 그림 2와 같이 선분 $\overline{AB}$의 양 끝점이 한 변의 길이가 3인 정사각형 $OCDE$의 변을 따라 움직이고 있다. 단 $0<a<1$ 이다.

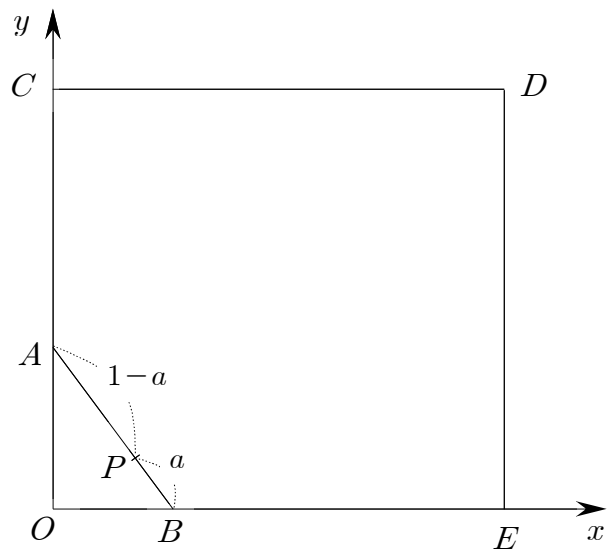


그림 2

(자)

그림 3과 같이 x축의 양의 방향과 이루는 각이 $\theta(0<\theta<\pi)$인 반직선 $\overrightarrow{OQ}$가 있다. 길이가 1로 고정된 선분 $\overline{AB}$위에 중점 P가 있고 A는 반직선 $\overrightarrow{OQ}$를 따라 움직이며 B는 양의 x축 위를 움직인다.

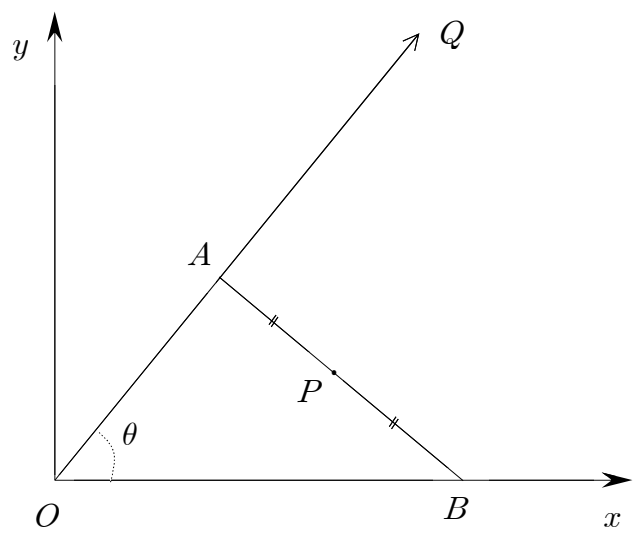


그림 3

논제 4.

(a) 그림 2에서 A가 원점 O를 출발하여 점 C, D, E를 거쳐서 다시 원점으로 돌아올 때 P가 그리는 자취에 대하여 설명하시오.

뒷장에 계속 ☞

(b) 그림 2에서 A가 사각형의 둘레를 한 바퀴 돌았을 때 생기는 P의 자취와 정사각형 $OCDE$의 네 변 사이에 있는 영역을 x축으로 회전시켰을 때 생기는 회전체의 부피를 $f(a)$라 할 때, 극한 값 $\lim_{n\to\infty} n f\left(\frac{1}{n}\right)$을 구하시오.

(참고: 적분 $\int_0^r \sqrt{r^2-x^2}\,dx$은 원점을 중심으로 하고 반지름이 r인 원의 넓이의 $\frac{1}{4}$이다.)

(c) 그림 3에서 A가 원점 O에서 시작해서 1만큼 움직일 때 P가 그리는 자취에 대하여 설명하시오.