

2011학년도 수시 1차 논술고사 예시답안

자연계 논술

<문제 I-1>

(1) 직교좌표계에서는 임의의 x, y 를 좌표로 하는 점 (x, y) 가 존재하나 무게중심 좌표는 삼각형 ABC의 넓이를 배분하여 결정되었으므로 항상 $u+v+w=m$ (m 은 삼각형 ABC의 넓이)를 만족해야 한다. 따라서 임의의 u, v, w 가 아니라 $u+v+w=m$ 를 만족하는 u, v, w 에 대해서만 무게중심 좌표를 (u, v, w) 로 하는 점이 존재한다.

삼각형 PBC의 넓이는 고정된 밑변 BC의 길이와 점 P에서 직선 BC까지의 거리에 의해 결정된다. 따라서 삼각형 PBC의 넓이인 u 가 상수가 되기 위해서는 P에서 BC까지의 거리가 상수이어야 하고 이러한 P의 자취는 직선 BC와 평행한 직선이다. 마찬가지로 이유로 v 가 상수인 점의 자취는 직선 CA와 평행한 직선이고, w 가 상수인 점의 자취는 직선 AB와 평행한 직선이다.

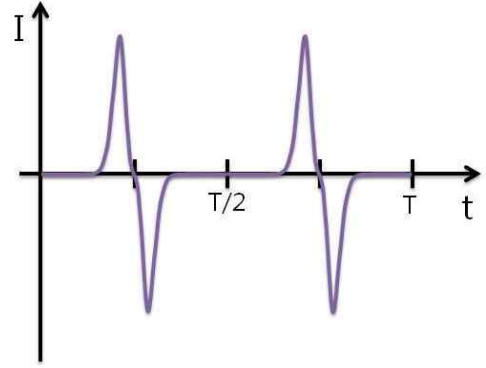
(2) 한 번의 옮겨 담기 과정에서 세 컵 중 하나는 그 물의 양이 변하지 않으므로, 삼각형 ABC 위의 점이 움직이는 방향은 <그림 2>의 Q처럼 항상 삼각형의 한 변과 평행하다. 한편 어느 한 컵이 완전히 차있거나 비워진 상태는 <그림 2>의 굵은 선 위의 점에 대응된다. 따라서 문제 (2)의 조건으로 옮겨 담는 과정에서는 항상 굵은 선 위의 점으로 삼각형의 한 변과 평행하게 이동한다. 또한 어느 한 컵을 완전히 채우거나 비워야 하므로 한 굵은 선분 위에서 다른 굵은 선분 위로 이동해야 한다. (다만 이 조건이 두 선분의 교점으로 이동하는 경우도 포함하는 것에 유의) 굵은 선분 하나를 따라 이동할 때는 끝점으로 이동한다고 표현할 수도 있다.

옮겨 담기를 반복하여 어느 한 컵에 정확히 4l의 물을 담은 상태는 굵은 선 위의 점들 중에서 적어도 하나의 좌표가 4인 점 R(4, 4, 0), S(0, 4, 4), T(4, 0, 4)에 대응 된다. 그런데 이들 세 점은 굵은 선분들의 교점에 위치하지 않으므로, 삼각형 ABC의 변과 평행하게 움직여 R, S, 또는 T에 도달하기 위해서는 삼각형 RST의 변 위에 초기 배분 상태에 대응되는 시작점이 있어야 한다. (삼각형 RST의 변과 삼각형 ABC의 변이 평행함에 유의) 즉, 처음부터 어느 한 컵에 정확히 4l의 물이 담겨 있어야 한다.

<문제 I-2>

(1) 자석이 코일에 가까이 갈 때는 코일 내부를 지나는 자기력선속이 증가하므로 유도 전류는 그 증가를 방해하는 방향, 즉 자석에 의한 자기장의 반대 방향으로 자기장을 생기도록 회로의 화살표 방향으로 양의 전류가 흐른다. 반대로 자석이 코일에서 멀어질 때는 코일 내부를 지나는 자기력선속이 감소하므로 유도 전류는 그 감소를 방해하는 방향, 즉 자석에 의한 자기장 방향으로 자기장을 생기도록

회로의 회살표 반대 방향으로 음의 전류가 흐른다. 따라서 자석이 코일의 중심을 지날 때는 유도 전류의 방향이 바뀌므로 전류의 세기는 0이 되고, 자석이 코일에 충분히 가까울 때에만 유도 전류가 발생하므로 진자 운동의 한 주기 동안의 유도 전류의 시간 변화는 위 그래프와 같다. 자석이 코일에 충분히 가까울 때만 유도 전류가 발생하므로 유도 전류가 발생하는 시간 폭은 전체 주기에 비해 짧다.



(2) 시간이 지남에 따라 진자 운동은 진폭이 계속 줄어들어 최종적으로는 진자는 멈춘다.

(가) 힘 관점: 유도전류에 의한 자기장은 항상 자석의 운동을 방해하는 방향으로 생긴다. 즉, 자석이 코일에 가까이 갈 때는 자석을 밀고, 자석이 멀어질 때는 끌어당긴다. 따라서 진자 운동을 일으키는 중력에 대해 항상 반대방향으로 힘이 작용하므로, 유도전류에 의한 힘은 진자 운동을 방해하고, 따라서 진자의 진폭이 감소한다.

(나) 에너지 관점: 전자기 유도에 의해 유도된 전류는 저항에서 열을 발산한다. 즉, 진자의 역학적 에너지가 전자기 유도에 의해 전기에너지로 바뀌고 이 전기에너지가 저항에서 열에너지로 발산되므로, 진자의 역학적에너지는 진자가 코일 사이를 지날 때마다 계속 감소한다. 즉 진자가 가질 수 있는 중력에 대한 최대위치에너지가 지속적으로 감소하므로 진자의 진폭이 감소한다.

(3) 진자 운동으로 인해 진자의 중력에 대한 위치에너지가 운동에너지로 바뀌고, 전자기 유도에 의해 운동에너지가 전기에너지로 변환되고, 저항에서 전기에너지가 열에너지로 발산된다. 이 모든 과정에서 에너지 보존 법칙이 성립하므로, 저항에서 발생하는 열의 총량 Q 는 진자의 최대 위치에너지와 같다. 따라서 $Q = mgh$ 이다.

<문제 II-1>

(1) (ㄱ) 이산화탄소가 녹아 있는 음료수 병의 마개를 열게 되면 음료수 용액에 가해진 압력이 감소한다. 이 때 거품이 발생하는 것은 녹아 있던 이산화탄소가 과포화상태에 이르러 기체로 변한 것이라 볼 수 있다. 따라서 “압력이 감소(증가)하면 기체의 용해도는 감소(증가)한다”는 가설을 세울 수 있다.

위 가설은 제시문 [가]에 제시된 설명으로 논증이 가능하다. 용액에 가해지는 기체의 압력이 n 배 감소하면 용액 표면의 단위 면적에 충돌하는 기체 분자 수가 n 배 감소하게 된다. 압력 이외의 다른 조건이 일정하여 용매 분자와 기체 분자 사이의 인력과 용액 밖으로 탈출하는 확률에는 변화가 없으므로, 용해되는 기체의 양이 감소한다고 추론할 수 있다. 따라서 압력이 감소(증가)하면 기체의 용해도는 감소(증가)한다.

(ㄴ) 평균 수온과 용해된 평균 산소량이 서로 반비례의 경향을 보이고 있다. 따라서 “온도가 증가(감소)하면 기체의 용해도는 감소(증가)한다”는 가설을 세울 수 있다.

위 가설은 제시문 [가]에 제시된 설명으로 논증이 가능하다. 용액의 온도가 증가하면 녹아있는 기체 분자의 평균에너지가 증가하므로 용매 분자와 기체 분자 사이의 인력을 이기고 기체상으로 탈출하는 확률이 증가한다고 추론할 수 있다. 따라서 온도가 증가(감소)하면 기체의 용해도는 감소(증가)한다.

(2) 제시문 [다]에 소개된 잠수병은 고압 기체를 흡입할 때 혈액에 과도한 양의 기체 분자가 용해되는 경우에 일어날 수 있다. 따라서 잠수병의 위험 없이 사용할 수 있는 혼합 기체는 혈액의 주요 성분인 물에 대한 용해도가 작은 기체여야 한다. 논제에 주어진 기체 모두 무극성 분자이므로, 용해도가 작기 위해서는 물분자와 인력을 형성할 수 있는 약한 극성이 상대적으로 작아야 한다. 이러한 약한 극성의 세기는 분자의 크기가 클수록 크다. 따라서 용해도가 가장 낮은 기체는 부피가 가장 작은 헬륨이다. 또한 헬륨이 논제에서 주어진 기체 중에서 끓는점이 가장 낮다는 사실은 헬륨에서 유도되는 약한 극성이 제일 작다는 결론을 뒷받침한다. 따라서 질소를 대신하기에 가장 바람직한 기체는 헬륨이다.

<논제 II-2>

(1) (가) 주어진 헤모글로빈 베타 사슬의 4-7번째 아미노산 서열을 코딩하는 주형가닥 DNA를 상보적인 서열로 바꾼 후, 이에 해당하는 유전자 코드를 활용하여, 정상 베타사슬의 4-7번째 아미노산 서열은 트레오닌-프롤린-글루탐산-글루탐산의 서열인데 반해 돌연변이형은 서열은 트레오닌-프롤린-발린-글루탐산으로 결정되며, 6번째 아미노산이 다름을 알 수 있다. 즉, 제시문 [마]에서 제공된 DNA 주형가닥의 염기서열이 전사 과정을 통해 정상형 주형가닥은 상보적인 서열인 5'-ACU CCU GAA GAG로 전환되고, 돌연변이형은 5'-ACU CCU GUA GAG로 전환되는데 이 염기서열을 바탕으로 제시문 [라]에서 예시한 코돈에 상응하는 아미노산 서열로 바뀌어야 한다. 결과적으로, 정상 헤모글로빈 베타사슬의 6번째 아미노산이 글루탐산인데 반해 돌연변이 베타사슬의 6번째 아미노산이 발린임을 확인할 수 있어야 한다. 이처럼 헤모글로빈 베타사슬에서 나타나는 염기 하나의 변이는 하나의 아미노산 서열이 바뀌는 결과를 초래하였으며, 표현형으로는 낫 모양의 적혈구로 나타났다.

(나) 변형된 적혈구는 제시문 [마]에서 제공한 내용처럼 유연성이 부족하여 모세혈관을 통과하는데 장애를 초래할 뿐 만 아니라 비장에서 쉽게 파괴되므로 전체적인 혈액 내 적혈구 수의 감소를 가져와 산소운반에 지장을 초래한 빈혈증상 나타낸다. 결국 이러한 낫 모양 적혈구 발병을 겸형 적혈구 빈혈증이라고 일컫는다. 뿐만 아니라 낫 모양 적혈구는 모세혈관을 원활히 통과하지 못하므로 혈액 순환에도 장애를 가져오며 이로 인한 혈관 파손, 통증 등 많은 조직의 손상을 유발한다.

(2) 아프리카계 미국인에게 낫 모양 적혈구 돌연변이의 발생확률이 높은 것은 돌연변이를 포함하는 유전형질이 지속적으로 자손에게 전달되는 당연한 결과이다. 이러한 돌연변이 유전형질은 말라리아가 만연한 중앙 아프리카 지역에서 치사율이 높은 말라리아에 대한 저항성을 갖게 된 환경 적응의 결과로, 말라리아에 감염된 정상인 보다 낫 모양 적혈구를 갖는 돌연변이형이 더 많은 자손을 남길 수 있다. 제시문 [바]에서 제공된 정보를 통해 낫 모양 적혈구는 말라리아 원충에 대한 감염이 상대적으로 정상형 보다 낮음을 알 수 있어 이들의 상관성을 설명할 수 있겠다. 자연에서 주어진 생존의 압력으로부터 적응되어진 자손이 많이 살아남게 되는 현상을 자연선택의 원리 (적자생존)로 설명할 수 있다.