

2012학년도 중앙대학교

# 수시 2차 논술 문제지 (자연계열Ⅱ)

대학	학과 (학부)	수험 번호	성명
----	------------	----------	----

◆ 답안 작성시 유의 사항 ◆

- 문제지는 표지를 제외하고 모두 6장으로 구성되어 있습니다.
- 연습지가 필요할 경우 문제지의 여백을 이용하십시오.
- 답안지의 수험번호 표기란에는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하고 답안은 흑색 필기구를 사용하여 작성하십시오.
- 답안지는 한 장만 사용하십시오.
- 답안을 작성할 때 답과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마십시오.
- 답안은 반드시 문항별로 지정된 구역에만 작성하십시오.
  - ※ 지정된 구역을 벗어난 답안은 채점이 불가능함.
  - ※ 수정액, 수정테이프는 절대 사용불가함.



## 2012학년도 중앙대학교 수시 2차 논술 문제지 (자연계열Ⅱ)

▣ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 골격 근육은 신경 자극에 의하여 수축과 이완을 할 수 있는 특수한 성질을 가진 조직이다. 골격 근육은 그 색깔과 특징에 의해 백색 근육과 적색 근육의 두 종류로 나눌 수 있다. 백색 근육은 ‘속근’이라고도 하며 빠른 속도의 운동이 가능하여 점프, 전력 질주, 아령 운동 등의 무산소 운동에 주로 사용되고, 적색 근육은 ‘완근’이라고도 하며 오랜 시간 동안 사용이 가능하여 마라톤, 조깅, 산책, 사이클링, 수영 등 유산소 운동에 주로 사용된다. 백색 근육과 적색 근육은 골격 근육 조직 내에 함께 존재하며, 두 근육이 같은 힘을 낼 때 소비하는 생체 에너지의 양은 서로 다르다.

근육의 수축은 액틴(actin)과 미오신(myosin)의 상호작용에 의해 일어난다. 그림 (1)은 근육의 수축 과정을 설명하는 모식도이며, A는 액틴, M은 미오신이다. 미오신이 ATP와 결합하면서 액틴과 분리되고, 이어서 ATP가 ADP와 인산(P)으로 분해되면 근육은 수축 가능한 상태가 된다. 신경을 통해 근육으로 수축 신호가 전달되면 미오신이 액틴과 다시 결합한 후, ADP와 인산을 방출하면서 액틴을 끌어당긴다. 근육이 수축될 때, 이 과정은 반복적으로 일어난다.

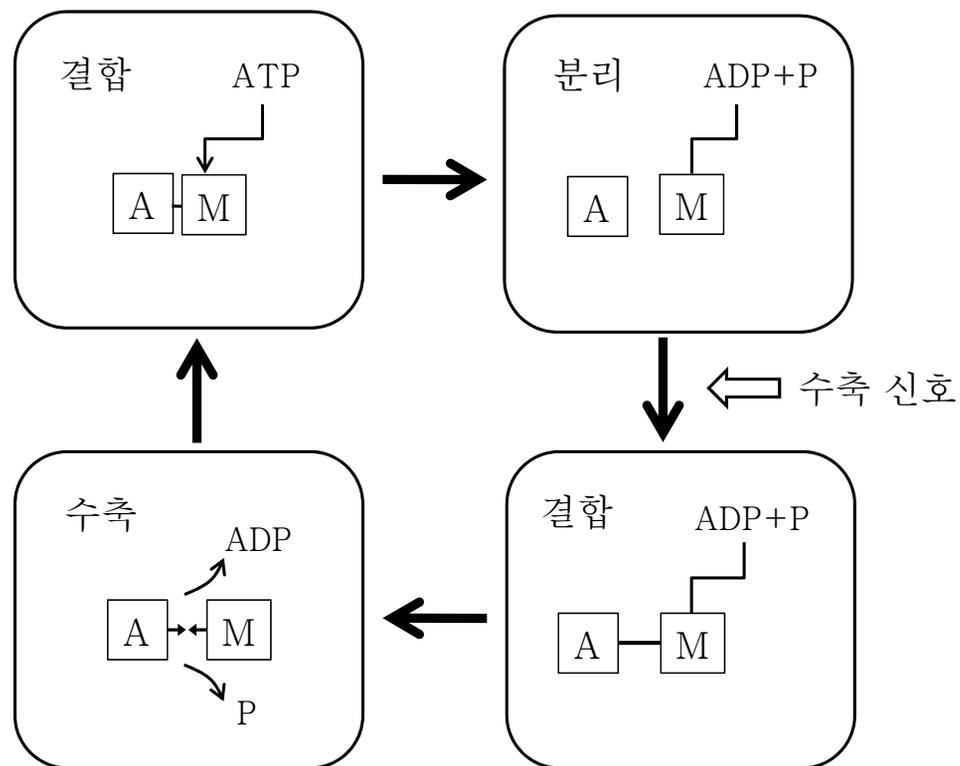


그림 (1)

(나) 인체는 주변온도가 변하여도 평균체온을 유지하려 한다. 그림 (2)에서 주변온도가 A보다 낮아져 열손실이 증가하면, 우리 몸은 체온의 저하를 막기 위해 몸을 떠는 등의 방식으로 대사율을 높여 많은 열을 만들어 냄으로써 일정한 체온을 유지한다. 주변온도가 B보다 높아지면 우리 몸은 체온의 상승을 막기 위해 숨을 헐떡이거나 땀을 흘림으로써 열을 방출하는데 이 때에도 대사율이 높아진다. 주변온도가 변할 때 평균체온을 유지하는 능력은 우리 몸이 갖고 있는 항상성 유지의 좋은 예이다.

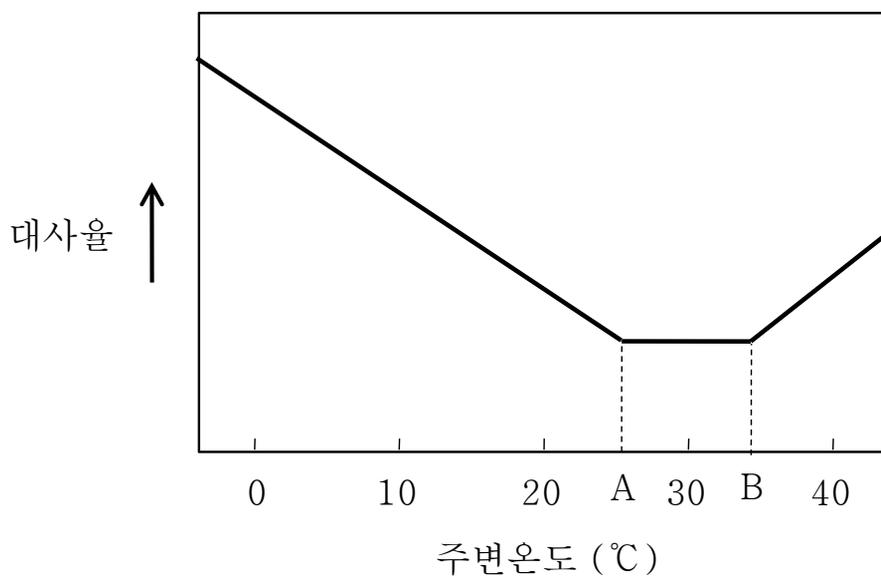


그림 (2)

(다) 물체가 중력을 받으며 낙하하면 물체의 위치 에너지는 감소하지만 운동 에너지는 증가한다. 물체가 가진 위치 에너지와 운동 에너지의 합을 역학적 에너지라고 하는데, 물체가 낙하하는 동안 공기의 저항이 없다면 물체의 역학적 에너지는 낙하 거리에 관계 없이 일정하게 보존된다. 이것을 역학적 에너지 보존 법칙이라고 하는데 역학적 에너지 보존 법칙이 항상 성립하는 것은 아니다. 예를 들어, 마찰이 있을 때 운동하는 물체의 역학적 에너지는 감소하며 줄어든 에너지는 열의 형태로 방출된다. 마찰이나 저항이 있는 경우에는 열에너지를 포함한 더 넓은 의미의 에너지 보존 법칙을 적용하여야 한다.

어떤 계(system)에 가해 준 열의 양을  $Q$ , 계의 내부 에너지의 증가를  $\Delta U$ , 계가 외부에 한 일을  $W$ 라고 하면  $Q = \Delta U + W$ 의 관계가 성립한다. 즉, 계가 흡수한 열에너지는 내부 에너지의 증가와 계가 외부에 한 일의 합과 같다. 이러한 관계는 열에너지와 역학적 에너지를 포함한 에너지 보존을 의미하며, 이를 열역학 제1법칙이라고 한다. 만일 어떤 기체의 압력이  $P$ 로 외부 압력과 같고, 작은 양  $\Delta V$ 만큼 부피가 천천히 변하면 이 기체가 외부에 한 일은  $W = P \cdot \Delta V$ 이다.

(라) 기체의 압력과 부피의 관계는 영국의 과학자 보일에 의해 밝혀졌다. 그는 한쪽이 막힌 J자형 유리관에 일정량의 공기를 넣고 수은을 넣었을 때, 수은의 양에 따른 공기의 부피 변화에 관한 실험을 하였다. 그는 실험 결과를 토대로 ‘일정한 온도에서 기체의 부피는 기체에 작용하는 압력에 반비례한다’는 보일의 법칙을 발표하였다. 어느 정도 높이 까지 올라간 풍선이 터진다거나, 잠수부가 수중에서 호흡한 기포가 위로 올라갈수록 커지는 것은 보일의 법칙으로 설명할 수 있다. 공기가 들어 있는 고무 풍선을 액체 질소에 담그면 쭈그러들었다가 액체 질소에서 꺼내면 원래의 크기로 되돌아간다. 이것은 기체의 부피가 냉각에 의하여 줄어들고 열에 의하여 늘어나기 때문이다.

기체의 부피와 온도의 관계는 프랑스의 과학자 샤를에 의해 밝혀졌다. 그는 ‘일정한 압력에서 기체의 부피는 기체의 종류에 관계없이 온도가 1℃씩 올라갈 때마다 0℃ 때 부피의 1/273 만큼씩 증가한다’는 샤를의 법칙을 발표하였다.

기체의 온도와 압력이 모두 변하는 경우에 일정량의 기체의 부피는 절대 온도에 비례하고 압력에 반비례하는데, 이를 보일-샤를의 법칙이라고 한다. 보일-샤를의 법칙이 완전히 성립하는 기체를 ‘이상기체’라고 하며 압력을  $P$ , 절대 온도를  $T$ , 부피를  $V$ 라고 할 때 일정량의 이상기체는 일정한  $PV/T$  값을 갖는다. 1 mol의 이상기체에 대하여  $PV/T$  값을 계산하면 8.31 J/mol/K 이다. 이 값을 기체상수라고 하며  $R$ 로 나타낸다.

(마) 자연수  $n$ 에 대한 명제  $p(n)$ 이 모든 자연수  $n$ 에 대하여 성립함을 증명하려면 다음 두 가지를 보이면 된다.

- $n=1$  일 때 명제  $p(n)$ 이 성립한다.
- $n=k$  일 때 명제  $p(n)$ 이 성립한다고 가정하면,  
 $n=k+1$  일 때도 명제  $p(n)$ 이 성립한다.

위와 같은 방법으로 모든 자연수  $n$ 에 대하여 어떤 명제가 성립함을 증명하는 것을 수학적 귀납법이라고 한다. 예를 들어, 수학적 귀납법으로 다음의 세 등식이 성립함을 증명할 수 있다.

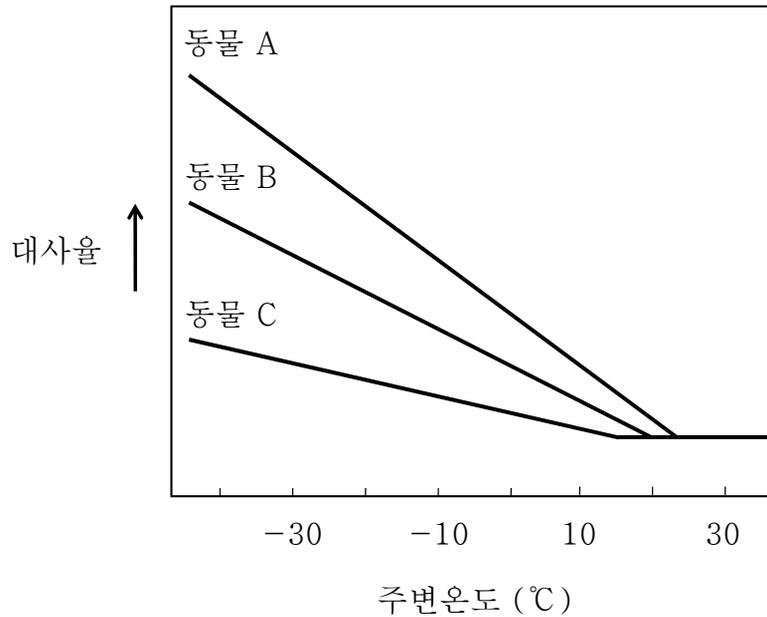
$$\sum_{k=1}^n k = 1+2+3+\dots+n = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$\sum_{k=1}^n k^2 = 1^2+2^2+3^2+\dots+n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

$$\sum_{k=1}^n k^3 = 1^3+2^3+3^3+\dots+n^3 = \left\{ \frac{n(n+1)}{2} \right\}^2$$

수열  $\{a_n\}$ 에서 이웃하는 항 사이의 관계식과 첫째항  $a_1$ 으로 수열을 정의하는 것을 수열의 귀납적 정의라 하고, 그 관계식을 수열의 점화식이라 한다.

**[문제 1]** 아래의 그림은 세 종류의 항온 동물 A, B, C의 대사율을 주변온도에 따라 측정한 결과이다. 이들 중 기온이 매우 낮은 지역에서 오랫동안 평균체온을 유지하기에 가장 적합한 동물을 제시문 (나), (다)에 근거하여 추정하시오. [20점]

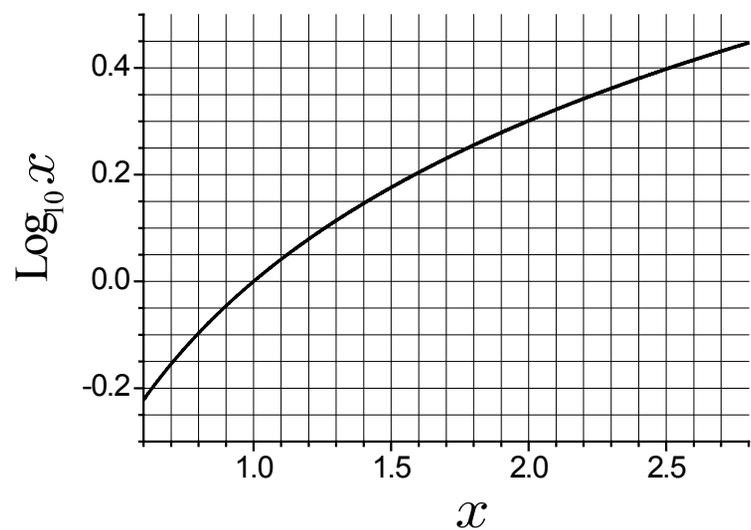


**[문제 2]** 제시문 (가)의 근육 수축 과정에서 ATP가 결합된 미오신이 액틴과 분리되는 반응속도  $v$ 와 근육 주위에 있는 조직액의 ATP 농도  $c$ 의 관계가 다음과 같다고 하자.

$$v = \alpha \text{Log}_{10} c + \beta$$

여기서  $\alpha$ 와  $\beta$ 는 상수이다. 다음과 같이 실험 1과 실험 2에서  $v$ 와  $c$ 의 측정값이 알려져 있을 때, 실험 3에서  $v$ 의 값을 추정하는 방법을 논리적으로 설명하시오. 필요시 아래의 상용로그 그래프를 이용하시오. [20점]

	$c$	$v$
실험 1	250	110
실험 2	1600	286
실험 3	500	



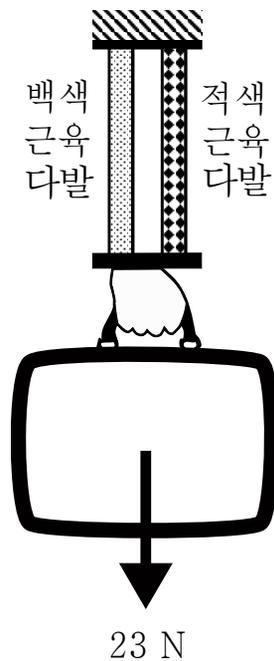
**[문제 3]** 제시문 (나)에서 설명한 바와 같이 사람은 체온의 항상성을 유지하기 위하여 생체 에너지를 소비하기도 하고, 근육을 수축시켜 운동을 하는데 소비하기도 한다. 운동역학적으로 인체의 근육은 이 생체 에너지를 효율적으로 소비하는 방향으로 동작한다. 사람이 팔을 움직일 때 제시문 (가)에서와 같이 팔의 백색 근육 다발과 적색 근육 다발이 생체 에너지를 소비하여 힘을 내고, 이 힘으로 물건을 들거나 관절을 움직인다.

예를 들어, 아래 그림은 사람이 한 팔로 가방을 들고 있는 상황의 모식도이다. 이 팔에는 백색 근육 다발과 적색 근육 다발이 각각 한 개씩 있고 그 외의 조직은 없다고 하자. 이 근육 다발들이 함께 힘을 내어 가방을 잡고 있다. 이 사람의 팔에 있는 백색 근육 다발과 적색 근육 다발이 각각  $x$ 와  $y$ 의 힘으로 동작할 때 단위 시간 당 필요한 생체 에너지  $E_1$ 와  $E_2$ 가 다음과 같다고 하자.

$$E_1 = 2x^2 + 4x$$

$$E_2 = y^2 + 6y$$

가방에 가해지는 중력은 23 N이고 이 힘은 팔의 근육에 의해 가해지는 힘과 평형을 이루고 있다. 생체 에너지 소비를 최소화하면서 근육이 동작한다고 할 때,  $E_1$ 와  $E_2$ 을 구하는 과정을 논리적으로 설명하시오. [20점]



**[문제 4]** 제시문 (라)에서 단원자 이상기체 1 mol의 내부 에너지를  $U$ 라 하면  $U=3RT/2$ 이다. 제시문 (다)에서  $Q=0$ 이고 부피가 천천히 변할 때, 단원자 이상기체 1 mol의 부피와 온도의 관계를 구하는 과정을 제시문 (다), (라)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, 이 기체의 압력과 외부 압력은 같게 유지된다. [20점]

**[문제 5]** 질량, 부피 및 모양이 서로 같은 블록들이 일정한 간격으로 그림 (a)와 같이 지지대에 의해서 수직으로 배열되어 있다. 블록들이 다음의 규칙으로 자유낙하한다.

- 어느 시점에 첫 번째 지지대가 제거되어 첫 번째 블록이 자유낙하한다.
- $k$  번째 블록이  $k+1$  번째 블록에 도달하기 직전에  $k+1$  번째 지지대가 제거되고,  $k$  번째 블록과  $k+1$  번째 블록이 그림 (b)와 같이 붙어서 자유낙하한다.

$n$  번째 블록이  $n+1$  번째 블록에 도달하기 직전의 속도를  $v_n$ 이라고 하자. 중력가속도를  $g$ , 블록 사이의 간격을  $h$ 라 할 때 제시문 (다), (마)에 근거하여  $v_n$ 을 구하는 과정을 논리적으로 설명하시오. 단, 블록은 변형되지 않으며 지지대는 블록의 낙하운동에 아무런 영향을 주지 않는다고 가정한다. [20점]

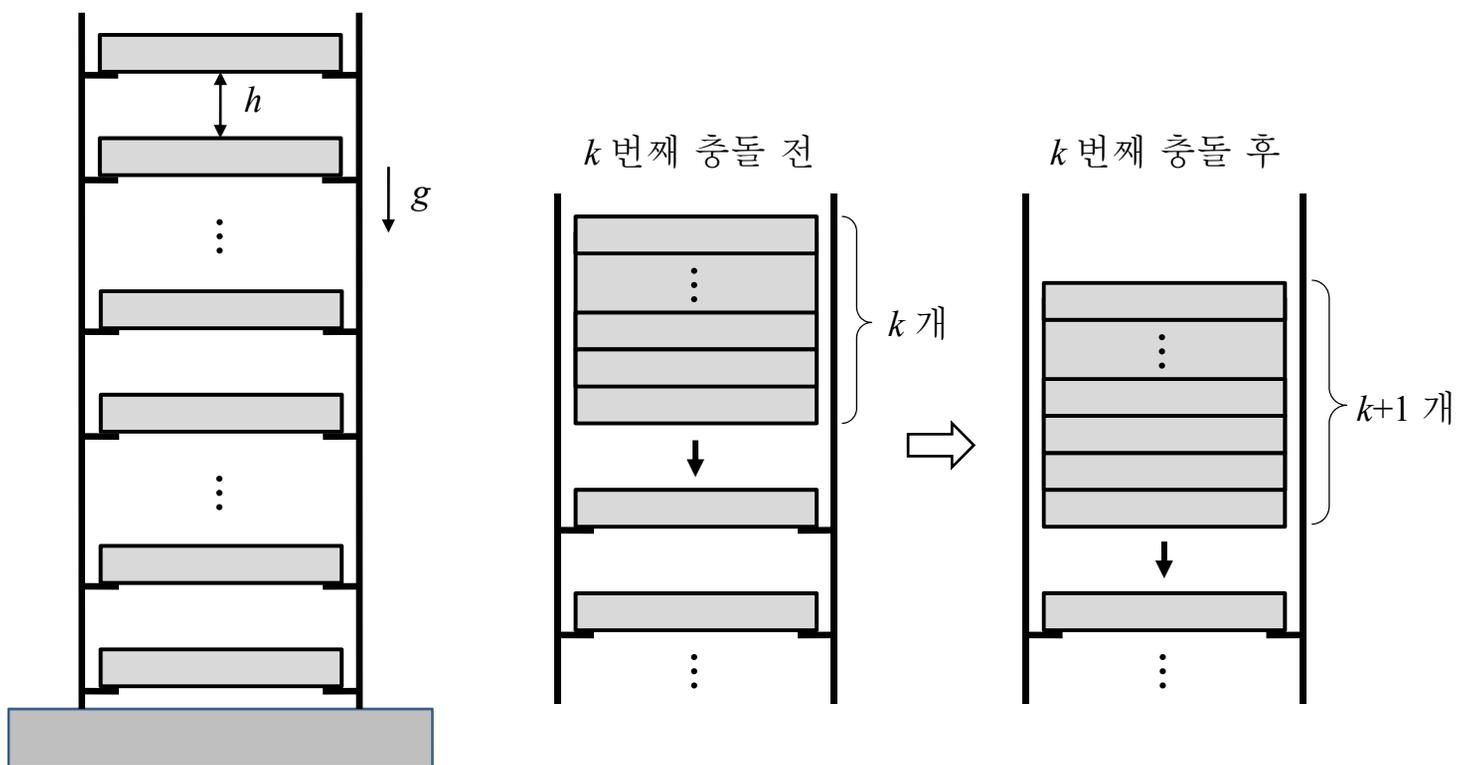


그림 (a)

그림 (b)

- 끝 -