

아래의 문제들은 우리 대학교가 학생을 선발하기 위한 것입니다. 우리 대학교의 사전 허락 없이 상업적으로 사용하는 것을 금합니다.

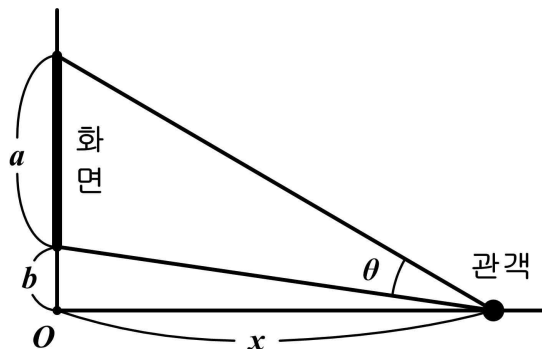
2010학년도 대학 신입학생 특기자전형 자연계열 면접 및 구술고사

<서울대학교 입학관리본부 : 2009. 12. 1>

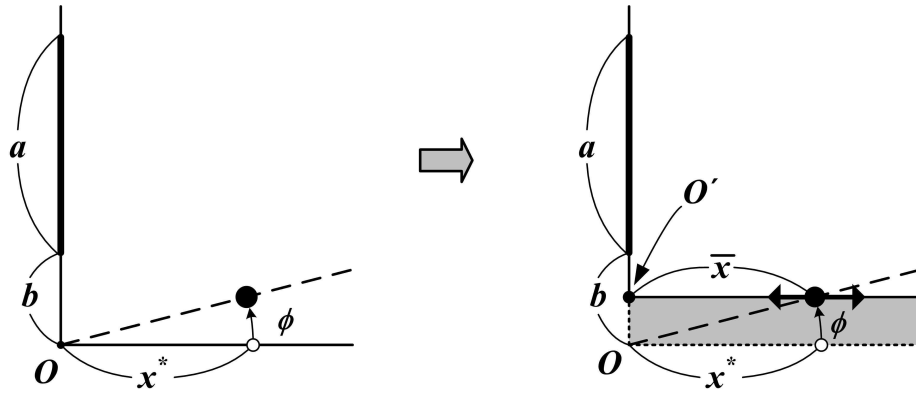
수 학

[문제 1]

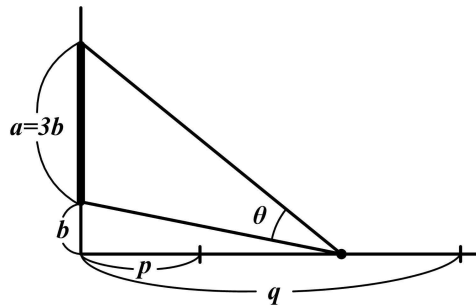
1-1. 아래 그림과 같은 극장이 있고 높이 b 의 위치에 세로 길이가 a 인 화면이 설치되어 있다. 그림과 같이 관객의 시야각을 θ 로 하였을 때, 최대 시야각을 확보하기 위하여 관객은 x 의 어느 위치에 앉아야 할까? (단, 관객은 앞뒤로만 움직일 수 있다고 가정한다.)



1-2. 문제 1-1에서 구한 최적의 위치 x^* 에 의자가 설치된 바닥면을 ϕ 만큼 회전시킨 후, 아래 그림과 같이 바닥면을 다시 평행하게 만들어 새로운 원점 O 으로부터 의자까지의 거리를 \bar{x} 라 하자. 새로 만들어진 바닥면에서 다시 최대 시야각을 확보하기 위해서 이 의자를 앞으로 옮겨야 할지, 뒤로 옮겨야 할지를 판별하라. (단, 회전각 ϕ 는 충분히 작다고 가정한다.)



1-3. 객석을 만들 공간이 한정되어 관객의 위치가 아래 그림의 p 와 q 사이로 제한된다고 하고, 화면의 크기는 $a=3b$ 로 정해진다고 하자. p 와 q 사이에 위치한 관람객들의 시야각의 최대 차이가 가장 작도록 극장을 설계하려면 b 를 어떻게 정해야 할까? (단, p 와 q 사이에 문제 1-1에서 구한 최대의 시야각을 주는 자리를 포함하도록 설계한다.)



[문제 2]

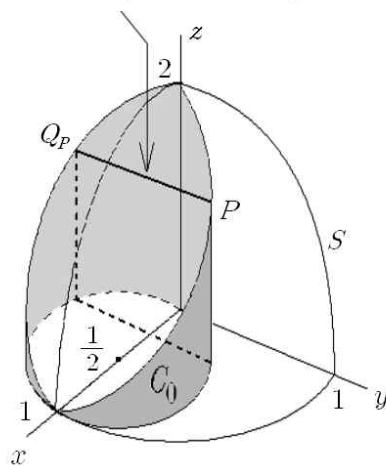
xyz -공간 R^3 에서 xz -평면에 있는 함수 $z = \sqrt{4-4x^2}$ ($0 \leq x \leq 1$)의 그래프를 z 축을 중심으로 회전하여 얻은 곡면을 S 라 하자. 또 xy -평면에 있는 중심이 $(\frac{1}{2}, 0, 0)$ 이고 반지름이 $\frac{1}{2}$ 인 원을 z 축을 따라 평행이동해서 얻은 원기둥의 표면을 C 라 하자. 이때 곡면 S 와 원기둥의 표면 C 의 교점들의 자취를 $S \cap C$ 로 표시한다.

2-1. $S \cap C$ 를 나타내는 매개곡선 $\alpha: [0, 2\pi] \rightarrow R^3$ 을 구하라.

2-2. 원기둥의 표면 C 중에서 아래로는 $z=0$, 위로는 $S \cap C$ 로 둘러싸인 곡면 C_0 의 표면적을 구하라.

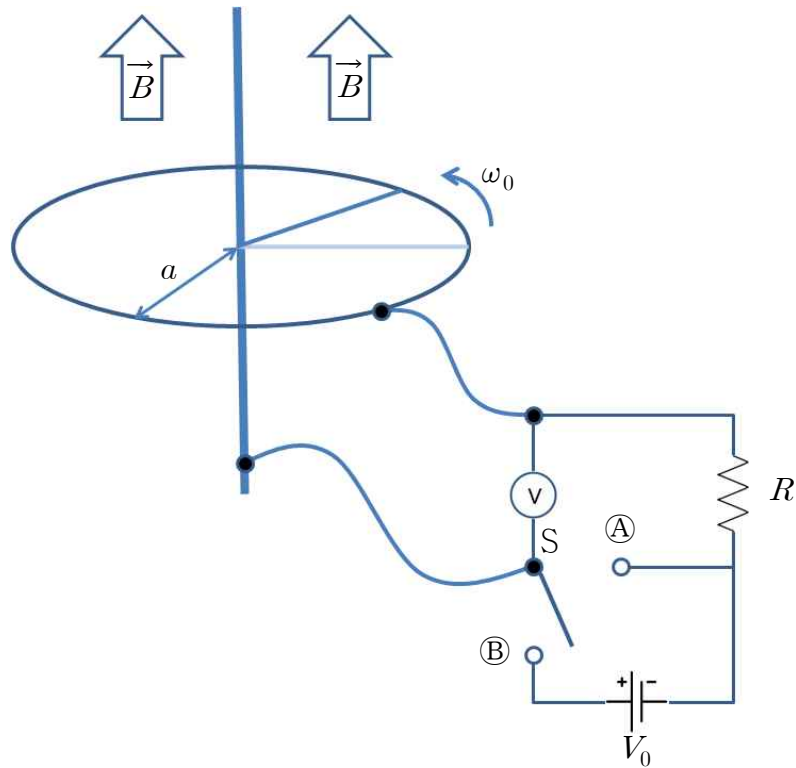
2-3. $S \cap C$ 에 있는 각 점 P 에 대하여, 점 P 의 xz -평면에 대한 대칭이동점을 Q_P 라 하자. 원기둥의 표면 C , 평면 $z=0$, 그리고 다음 곡면 $\{(1-s)P+sQ_P \mid 0 \leq s \leq 1, P \in S \cap C\}$ 으로 둘러싸인 영역 V 의 체적을 구하라.

$$\{(1-s)P+sQ_P \mid 0 \leq s \leq 1\}$$



물 리

[문제 1] 수직 방향의 직선 도선과 이 도선을 중심축으로 하는 반경 a 인 원형 도선이 아래 그림과 같이 놓여 있다. 균일한 자기장 \vec{B} 가 도선의 중심축과 평행하게 위쪽 방향으로 걸려있다. 전압계 ㉠가 직선 도선과 원형 도선에 연결되어 있으며, 그림과 같이 스위치 S , 저항 R , 그리고 직류 전압 V_0 의 전원으로 회로가 구성 되어있다. 수평방향으로 길이 a 인 막대 도선이 중심축 도선에 묶여있다. 이 막대 도선의 다른 끝은 원형도선에 닿아 있고, 막대 도선은 회전할 수 있다. 모든 도선의 저항은 없다고 하자.

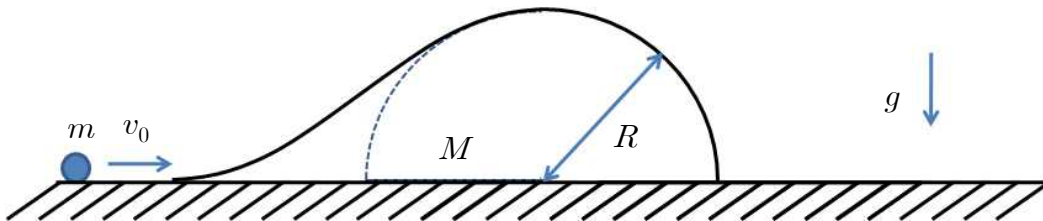


- 1-1. 막대 도선이 일정한 각속도 ω_0 로 반시계방향으로 회전하고 있다. 스위치 S 가 열린 상태에서 전압계 ㉠에 측정된 전압 V 를 구하라.
- 1-2. 스위치 S 를 ㉠로 닫았을 때, 저항 R 에 흐르는 전류의 크기 I_A 와 그 방향을 구하라.

1-3. 회로 ㉠에 전류 I_A 가 흐를 때, 회전하는 도선의 각속도 ω_0 를 일정하게 유지하려면 외부 에너지가 필요하다. 외부에서 도선에 가한 힘이 해주는 일 W 의 일률 $P \equiv \frac{dW}{dt}$ 를 구하고, 그 결과를 저항 R 에서 손실되는 열에너지와 비교하라.

1-4. 막대 도선에 저항 r_0 이 있다면, 회로 ㉠의 저항 R 에 흐르는 전류 I 는 어떻게 변하는가?

[문제 2] 그림과 같이 매끄러운 경사면을 가진 언덕 모양의 질량 M 인 물체가 정지해 있다. 물체 M 을 향해 질량 m 인 물체가 속력 v_0 으로 접근하고 있다. 물체 M 의 밑면과 바닥사이의 마찰은 없고, 경사면과 물체 m 사이의 마찰력도 없으며, 또 물체 m 과 바닥사이의 마찰도 없다고 가정하자. 두 물체의 운동은 m 과 M 의 단면을 포함하는 수직면 내에서만 이루어진다고 가정하고, 물체 m 의 크기도 무시하자. (중력 가속도는 g 이다.)



2-1. 물체 M 의 언덕 높이가 충분히 높아서, 물체 m 이 언덕을 넘을 수 없는 경우를 생각하자. 물체 m 이 최고점에 도달했을 때, 두 물체의 속력을 구하라. (단, 물체 M 의 밑면은 항상 바닥에 붙어있다.)

2-2. 물체 m 이 도달할 수 있는 최고 높이 h 를 구하여라.

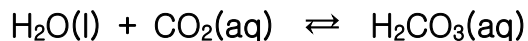
2-3. 충분한 시간이 지나면, 물체 m 은 언덕에서 미끄러져 내려와 두 물체 m 과 M 은 분리된다. 분리된 후 두 물체의 속력 v 과 V 을 구하라.

2-4. 언덕의 꼭대기 주변 단면의 경계선은 반지름이 R 인 원이다. (원의 중심은 밑면에 있다.) v_0 이 충분히 커서 물체 m 이 언덕 정상에 도달했을 경우를 생각하자. 물체 m 이 정상에서 M 과 분리되어 떨어져 나갈 수 있는 v_0 의 조건을 구하라.

화 학

[문제 1] 다음은 화학반응의 평형에 대한 질문들이다.

1-1. 청량음료에 이용되는 탄산수를 만드는 화학반응식이다.



위 반응이 부피를 바꿀 수 있는 밀폐용기에서 이루어지고 있다. (a) 온도를 5°C에서 30°C로 올렸을 때와 (b) 이산화탄소 기체의 압력을 1atm에서 2atm으로 높였을 때, 각각의 경우에 위 반응의 평형이 어느 방향으로 이동할지에 대하여 정성적으로 설명하라.

1-2. BaCO₃(s)를 물에 넣으면, 아래와 같은 용해반응이 일어난다.



0.1몰의 BaCO₃(s)를 pH 11의 완충용액 1L에 넣어 용해반응이 평형에 도달하였을 때 [HCO₃⁻]를 계산하라. (단, 탄산의 일차해리상수(K_{a1})와 이차해리상수(K_{a2})는 각각 10⁻⁷과 10⁻¹¹로, 그리고 물의 온도는 반응 전후에 25°C로 일정하게 유지된다고 가정하라.)

1-3. 1-2문제의 실험을 pH 7의 중성 완충용액에서 반복했다고 하자. 이 때 녹지않고 남아있는 BaCO₃(s)의 몰수를 구하라. (단, 나머지 조건은 1-2와 동일하다.)

1-4. 100% 순수한 물은 이온화하여 25°C에서 자동이온화곱상수 1.0×10⁻¹⁴을 갖는다. 물의 온도가 올라가면 자동이온화곱상수는 어떻게 변할지에 대해 예측하라. 그리고 pH와 산성의 세기는 어떻게 변할지 설명하라.

[문제 2] 세포내 효소의 대부분은 단백질로 이루어져 있으며, 단백질은 20종류의 아미노산이 펩티드 결합으로 연결되어 있다. 단백질의 골격과 삼차원 구조를 유지하는 힘은 크게 공유 결합, 이온 결합, 반 데르 발스 힘, 수소 결합으로 나눌 수 있다. 대부분의 단백질은 가열하면 그 삼차원 구조가 쉽게 파괴되지만 아주 깊은 해저에서 발견되는 생물체의 단백질들은 100°C 이상의 매우 높은 온도에서도 그 삼차원 구조가 파괴되지 않는다. 이처럼 고온에서 안정한 효소들은 유용한 촉매로 사용할 수 있다.

2-1. 세포 내에서 일어나는 각종 화학 반응들은 효소에 의하여 속도가 조절된다. (a) 효소가 화학 반응의 속도를 조절하는 원리를 설명하라. (b) 효소가 화학 반응의 평형에 어떠한 영향을 미칠 수 있을까? 그 이유는?

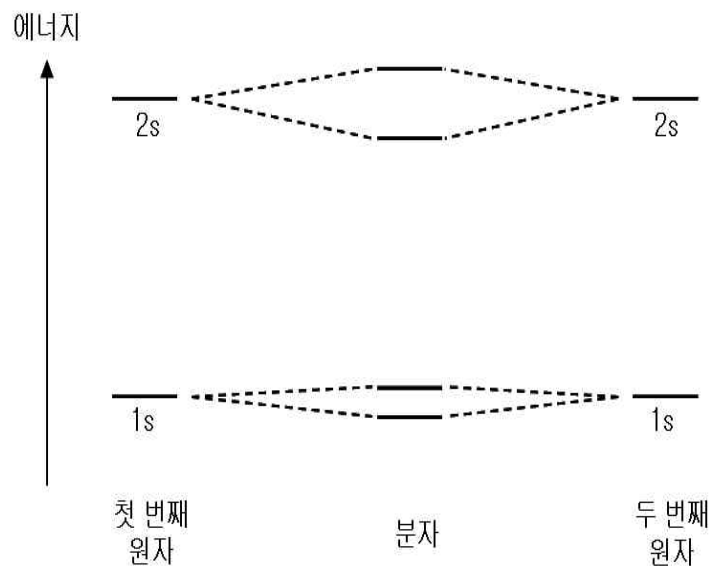
2-2. 아주 깊은 해저에서 발견되는 생물체의 단백질들이 100°C 이상의 온도에서 안정한 것은 공유 결합, 이온 결합, 반 데르 발스 힘, 수소 결합 중 특히 어떤 종류의 결합이 열에 불안정한 보통 단백질에 비하여 더 많기 때문일까? 그 이유는?

2-3. 1.5km 깊이의 해저에 있는 화산 분화구 근처에서 100°C의 바닷물이 끓지 않는 이유를 물의 상평형 그림을 그려서 설명하라. 물의 삼중점은 0.006기압과 0.01°C이며, 임계점은 218기압과 374°C이다. 바다 속 10m를 내려갈 때 마다 1기압의 압력이 증가한다고 가정하자.

2-4. 공유결합에 대하여 살펴보자. 동일한 두 원자 사이의 공유 결합을 제대로 이해하려면 분자궤도함수 (molecular orbital; 이하 MO라고 함) 이론이 필요하다. 이 이론에 의하면 두 산소 원자의 원자궤도함수가 겹쳐져서 에너지가 낮은 결합(bonding) MO와 에너지가 높은 반결합(antibonding) MO가 만들어지고 이들의 에너지 준위는 아래 그림과 같다. 예를 들어 두 수소 원자의 1s 원자궤도함수가 겹쳐져서 두 개의 MO가 만들어진다.

(a) He₂와 Li₂에서 바닥상태의 두 원자와 분자의 모든 전자를 원자궤도함수와 분자궤도함수에 채워 넣고, (b) He₂와 Li₂의 안정성 여부를 설명해 보라.

[주의사항: 문제지에는 절대 표시하지 말고, 연습지에 분자궤도함수의 에너지 준위를 그려서 답할 것]



생물

[문제 1] 두 개의 세포를 서로 합쳐 하나의 잡종세포로 만드는 것을 세포융합이라고 한다. 세포융합기술은 식물 육종 개량과 진단목적 등에 중요한 단일클론 항체 생산에 이용되고 있다.

1-1. 식물세포의 융합이 동물세포에 비해 어려운 이유를 식물세포의 구조에 기반하여 설명하라.

1-2. 아미노산 395개로 이루어진 X 단백질은 용해성 단백질이다. X 단백질을 인지하는 단일클론 항체를 만들기로 하고 X 단백질을 순수 정제하였다. B림프구와 암세포를 이용하여 X 단백질에 대한 단일클론 항체를 만드는 과정을 설명하라.

1-3. 이 과정에서 B림프구와 암세포를 이용하는 것은 각 세포들의 어떤 장점을 활용하기 위함인가?

1-4. 단일클론 항체를 만들기 위해 사용했던 동일한 단백질 X를 주사 했을 때 실제로 쥐에서 만들어지는 단백질 X에 대한 항체는 항원특이성 측면에서 단일클론 항체와 어떤 차이가 있는지 설명하라.

1-5. 단일클론 항체는 진단, 영상화, 치료 등의 임상학적 이용가치를 갖는다. 단일클론 항체를 이용한 암치료 방법들을 제시하고, 다른 암치료법(수술, 방사선치료, 화학요법 등)에 비해 어떤 장점이 있는지 설명하라.

[문제 2] mRNA의 유전암호를 코돈이라고 하며, 세 개의 염기로 이루어져 있기 때문에 트리플렛 코드라고도 부른다. 4종의 염기가 조합되어 64종의 코돈이 만들어지고, 64종의 코돈에 20종의 아미노산이 대응된다. 그러므로 한 종류 이상의 코돈들이 한 종류의 아미노산으로 해독(번역)되는 경우가 많다(아래 <표 1> 참조).

2-1. 단백질 합성 과정에서 tRNA는 코돈과 아미노산을 연결해 주는 매개체로 기능한다. <표 1>을 참조하여 트립토판을 리보솜으로 전달하는 tRNA 분자의 안티코돈 염기서열을 답하시오(tRNA를 기준으로 5' 방향에 있는 염기부터 순서대로 말하시오).

첫째 염기 ↓	둘째 염기				셋째 염기 ↓
	U	C	A	G	
U	페닐알라닌	세린	티로신	시스테인	U
	페닐알라닌	세린	티로신	시스테인	C
	류신	세린	정지코돈	정지코돈	A
	류신	세린	정지코돈	트립토판	G
C	류신	프롤린	히스티딘	아르기닌	U
	류신	프롤린	히스티딘	아르기닌	C
	류신	프롤린	글루타민	아르기닌	A
	류신	프롤린	글루타민	아르기닌	G
A	이소류신	트레오닌	아스파라긴	세린	U
	이소류신	트레오닌	아스파라긴	세린	C
	이소류신	트레오닌	리신	아르기닌	A
	메티오닌	트레오닌	리신	아르기닌	G
G	발린	알라닌	아스파르트산	글리신	U
	발린	알라닌	아스파르트산	글리신	C
	발린	알라닌	글루탐산	글리신	A
	발린	알라닌	글루탐산	글리신	G

<표 1. 코돈>

2-2. 대장균의 트립토판 tRNA 유전자에 돌연변이가 일어나, 트립토판 tRNA의 안티코돈의 세 염기 중에서 5' 말단 쪽에 위치한 염기 하나가 U로 바뀐다면 해독과정에 어떤 영향을 미치는지 설명하라.(단, 이 돌연변이는 코돈과 안티코돈 간의 결합 이외에는 tRNA의 다른 기능과 구조에 영향을 주지 않는다고 가정한다.)

2-3. mRNA상의 UCU 코돈에 돌연변이가 발생하여 (1) UUU가 되는 경우와 (2) UCC가 되는 경우 각각 어떤 아미노산으로 해독되는가? 이러한 돌연변이가 단백질의 성질에 미칠 수 있는 영향에 대해 설명하라.

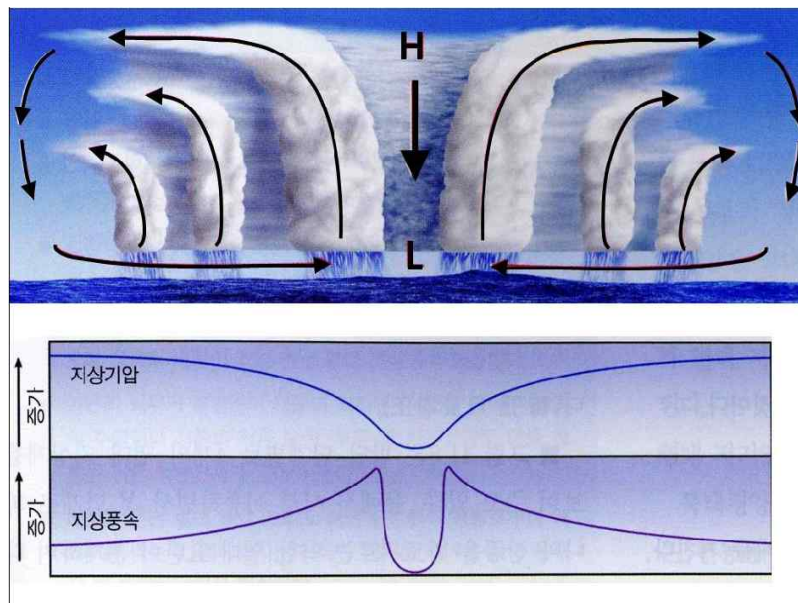
2-4. 다섯 종의 동물로부터 DNA를 추출하여 그 염기서열을 알아냈다. 아래 그림은 실험 결과 얻어진 염기서열들을 비교하여 배열한 것이다. 그림의 줄친 부분의 염기서열(가, 나, 다) 중 하나에는 단백질 Y의 일부분을 생산하는데 필요한 유전정보가 들어 있다. 다섯 종의 동물에서 염기서열이 모두 동일한 염기는 그림에 회색 음영으로 표시되어 있다. 단백질 Y는 동물 세포가 생존하는데 필수적인 역할을 한다. 세 부위(가, 나, 다) 중에서 단백질 Y로 해독될 가능성이 가장 높은 부위는 어디인지 고르고 그렇게 선택한 이유를 설명하라.(단, 아래에 주어진 염기서열의 왼쪽에서 오른쪽 방향으로만 해독이 일어난다고 가정하자.)

지구과학

열대성 저기압은 열대 해양에서 발생하는 모든 저기압을 일컫는다. 전 세계 해양에서는 매년 100개 이상의 열대성 저기압이 발생하는데, 이 중에서 중심 순간 최대풍속이 17m/s 이상으로 발달한 강한 열대성 저기압을 태풍이라고 부른다. 대부분의 태풍은 해수면 온도가 27°C 이상인 저위도 해양에서 발생한다.

태풍은 중위도로 이동하여 소멸하는데, 이동하는 동안 대기와 해양에 큰 영향을 끼친다. 태풍의 발생과 소멸, 그리고 해양물리-화학-생물적인 영향을 묻는 다음 물음에 답하여라.

[문제 1] <그림 1>은 태풍 구름의 연직 구조와 바람의 흐름을 나타낸다. 아울러, 지표면에서 기압과 바람의 세기를 개략적으로 나타내고 있다.

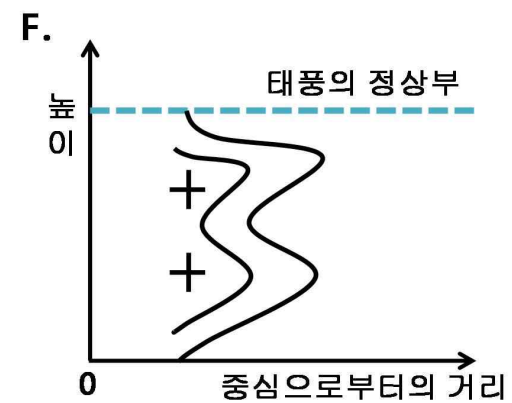
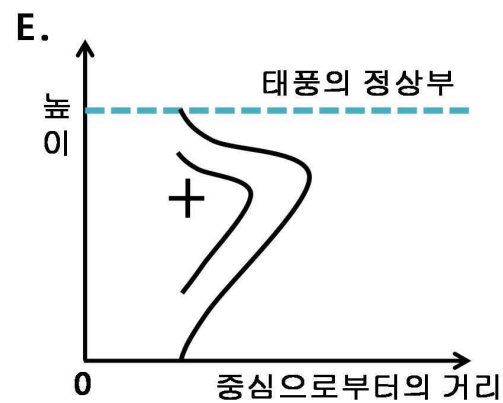
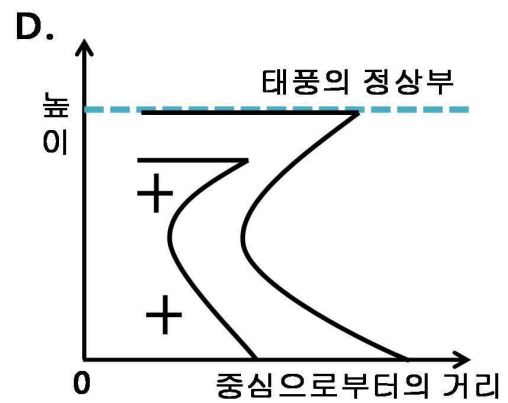
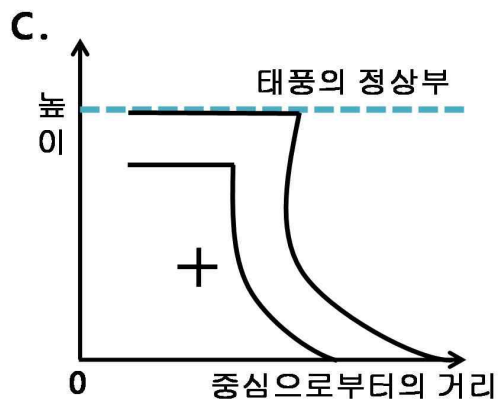
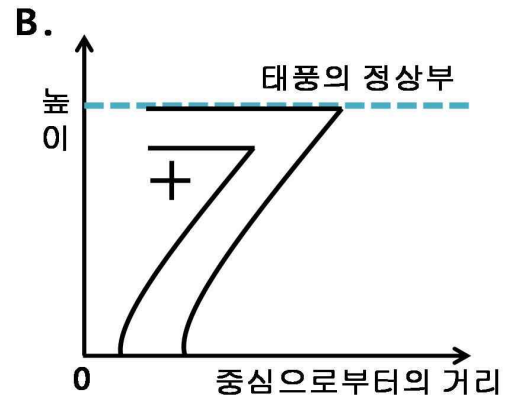
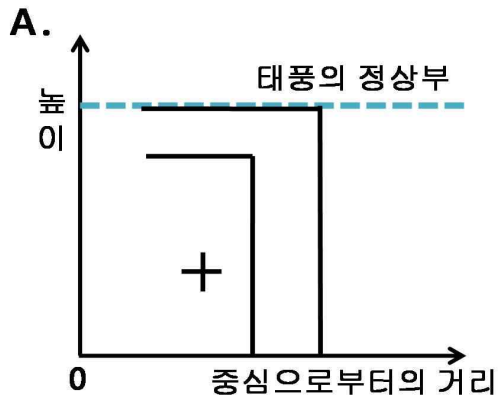


<그림 1>

(위) 태풍의 연직 단면도. 가운데 부분은 태풍의 눈이며, H 는 고기압, L 은 저기압을 나타냄.

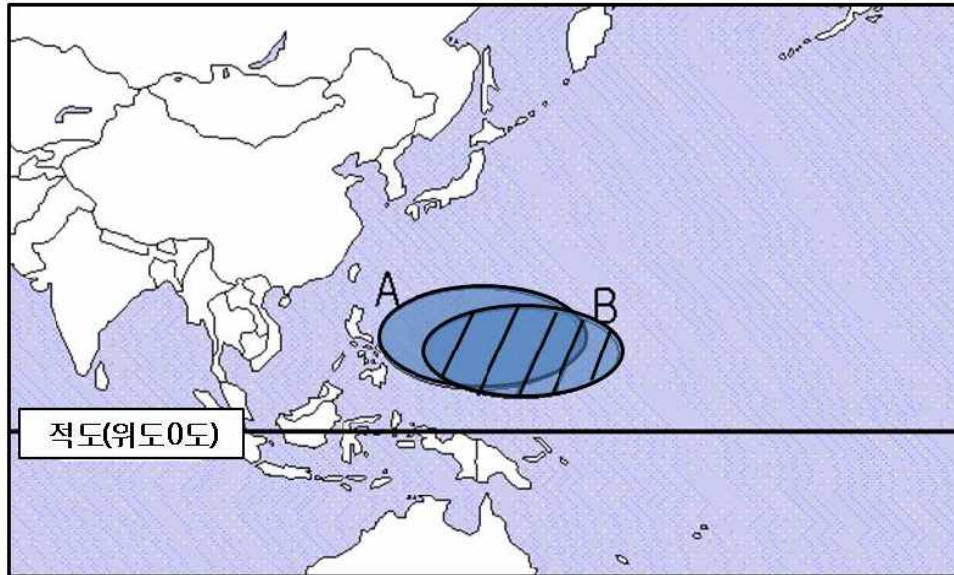
(아래) 태풍의 눈과 주변지역에서 지상기압과 지상풍속의 분포

1-1. 태풍 내부의 온도는 외부보다 높다고 한다. 태풍의 눈(중심)을 기준으로 하여 외부 공기와 연직 온도 차이가 어떤 분포를 가질지 A~F 중에서 찾고, 그 이유를 설명하라. (단, + 는 온도 차이가 가장 큰 곳이다.)



1-2. 북서태평양에서 태풍이 중위도로 이동하면서 신속하게 약화되는 원인이 몇 가지 있다. 육지에 상륙하는 경우를 포함하여, 그 원인을 세 가지 정도 예를 들어 설명하라.

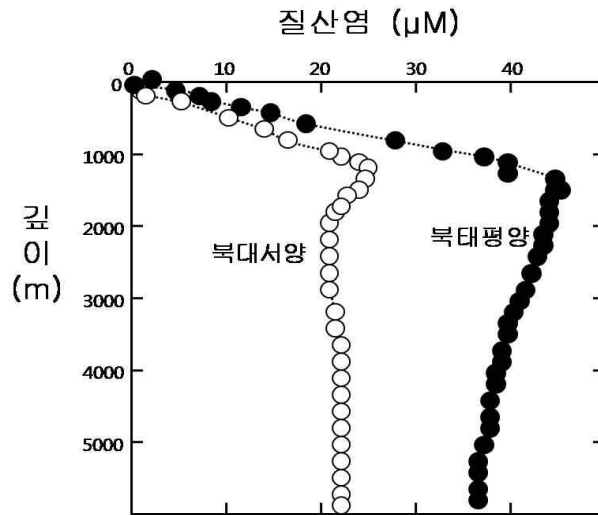
- 1-3. 열대 중·동태평양 해수면 온도가 평년보다 높아지는 엘니뇨 시기에는 북서태평양에서 태풍 발생 구역이 평년과 비교하여 남동쪽으로 이동한다. <그림 2>에서 보는 바와 같이 태풍 주요 발생지역이 A에서 B로 바뀐다. 북서태평양 전체 지역에서 발생하는 태풍을 조사해 보면 발생 횟수와 발생 초기 태풍의 세기가 평년과 비슷하다고 한다. 그런데 태풍의 일생 전체를 살펴보면 엘니뇨 시기에 발생한 태풍의 강도가 평년보다 강한 경우가 많다. 이러한 현상이 나타나는 이유를 설명하라.



<그림 2> 북서태평양에서 태풍의 주요 발생지역 분포와 변화 (A지역은 평년, B지역은 엘니뇨 시기의 태풍 주요발생 지역을 나타냄)

- 1-4. 지구온난화로 인해 태풍의 발생 횟수를 예측하는 데 많은 논란이 있다. 지금보다 열대 해양의 해수면 온도가 높아지고, 태풍 발생에 필요한 높은 해수면 온도를 갖고 있는 지역이 넓어지므로 온난화가 진행되면서 태풍이 더 많이 발생할 것이라고 예상할 수 있다. 그러나 어떤 학자는 지구온난화가 심각해져도 태풍의 수는 변하지 않거나, 오히려 줄어들 것이라고 예측하기도 한다. 후자와 같이 생각할 수 있는 이유를 설명하라.

[문제 2] 태풍은 대기 현상을 바꿀 뿐 아니라, 해양 표층의 해수 혼합, 해양과 육상의 강수량 등에 큰 영향을 끼쳐 해양의 생태계도 변화시킨다. <그림 3>은 태평양과 대서양 해수에 분포하는 영양염류 중 하나인 질산염의 수직 농도 분포를 나타낸 것이다. 아래 그림과 해양의 물리적 기본 구조를 참고하여 다음 물음에 답하라.



<그림 3>

- 2-1. 여름철 중위도 태평양에 강한 태풍이 통과하는 경우와 겨울철 같은 해역에서 비슷한 규모의 폭풍우가 발생하는 경우에 대하여, 해양의 식물생산에 어떠한 영향을 끼칠 수 있는지 각각 설명하라.
- 2-2. 태평양 중앙 해역에 태풍이 통과하면, 표층해수에서 카드뮴과 아연 등 중금속의 농도가 증가한다. 그 이유는 해양에서 이들 중금속과 영양염류(예: 질산염)의 수직 농도 분포가 아주 유사하다는 것에서 답을 찾을 수 있다. 이들 원소 대부분은 강물 또는 대기에서 기원했지만, 해양의 심층에서 더 높은 농도로 존재하는지 이유를 설명하라.
- 2-3. 적조의 주요 종인 쌍편모조류는 무기 영양염류 또는 유기 영양염류(유기물의 분해 산물)를 이용하여 성장 가능하지만, 평상시 가장 많이 분포하는 규조류는 무기 영양염류만을 이용하여 성장한다고 알려져 있다. 또한 규조류는 쌍편모조류에 비해 성장 속도가 빠르다. 이러한 성장조건과 온도 변화만을 고려하여 적조가 발생할 수 있는 최적의 조건과 태풍이 통과하고 난 후 적조가 소멸되는 원인에 대하여 유추하라.