

1. 다음은 영재가 서양뒤영벌에 관해 조사한 내용과 이에 관한 탐구 실험을 나타낸 것이다. 영재는 조사한 내용 중 ㉠, ㉡에 대한 궁금증이 생겼고, 이를 해결하기 위해 탐구 실험 I, II를 수행하였다. [총 10점]

[조사 내용]

2013년 국제학술지 <사이언스>에 오른쪽 그림과 같은 서양뒤영벌이 전기를 이용하여 꽃을 찾아간다는 연구결과가 발표되었다. 연구결과에 따르면 벌이 ㉠ 빠른 날갯짓을 하며 허공을 나는 동안 먼지와 같은 입자들과의 마찰로 전자를 잃어 양전하를 띠게 되며, 벌이 접근한 꽃은 음전하를 띠게 되어 꽃가루가 양전하를 띤 벌에 달라붙는다고 한다. 그리고 ㉡ 양전하를 띤 벌이 꽃에 앉은 뒤 날아가면 꽃잎의 전하 상태가 바뀌게 되므로, 벌들은 이를 감지하여 다른 벌들이 다녀간 꽃인지 알 수 있다고 한다.



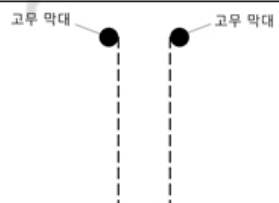
[탐구 실험]

	실험 I	실험 II
궁금한 내용	㉠은 정말일까? 그렇다면, 벌이 날갯짓을 한 시간이 늘어날수록 벌의 날개가 더 많이 대전되지 않을까?	물체를 대전시키는 방법은 마찰전기와 정전기 유도로 알고 있었는데, ㉡과 같이 두 물체가 붙었다가 떨어져도 대전이 될 수 있을까?
준비물	벌의 날개 모형(플라스틱판 2개), A4 용지, 초시계, 자, 가위	셀로판테이프, 고무 막대 2개, 칼, 유리판
실험 방법	1) 벌의 날개 모형을 이용하여 5분 동안 일정하게 날갯짓을 한 후, (A) <u>대전된 정도</u> 를 측정한다. 2) 위 실험과정에서 날갯짓을 하는 시간을 10분, 15분, 20분으로 늘려가면서 대전된 정도를 측정한다. ○ 이 실험에서 통제해야 할 변인 · 온도, 습도 등의 실험실 환경 · 벌의 날개 모형(재질, 크기, 모양, 질량) · _____ · _____ · _____	1) 약 20 cm 길이로 자른 셀로판테이프 2개를 각각 유리판 위에 그림 (가)와 같이 붙인다. 2) 셀로판테이프를 떼낸 후 고무 막대 한쪽 끝에 그림 (나)와 같이 각각 붙인다. 3) 셀로판테이프를 붙인 두 막대를 가까이 접근시킨다.  (가)  (나)

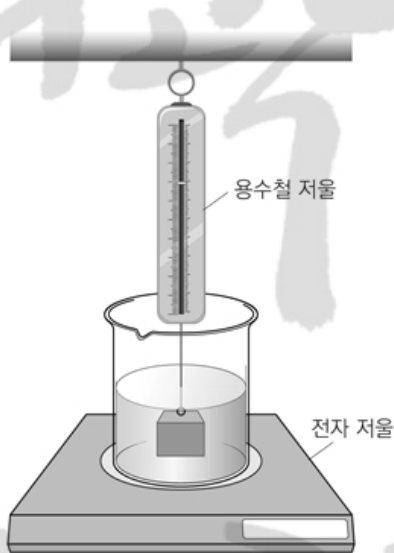
- (1) 실험 I에서 준비물을 이용하여 (A)를 측정할 수 있는 방법을 쓰시오. [2점]

- (2) 실험 I에서 통제해야 할 변인을 세 가지 더 쓰시오. [3점]

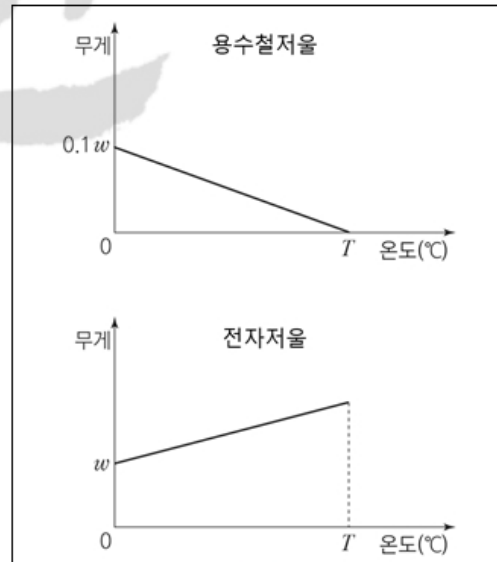
- (3) 실험 II에서 예상되는 실험 결과를 그리고, 그 이유를 쓰시오. (단, 그림의 점선은 대전되지 않았을 때 셀로판테이프의 모습을 나타낸 것이다.) [5점]

예상되는 실험 결과	이유
	

2. 온도에 따른 부피 변화가 큰 특수한 재료로 만든 큐브를 이용하여 그림 (가)와 같은 부력 측정 실험을 하였다. 액체가 담긴 비커를 전자저울 위에 올려놓고 용수철저울에 매단 큐브를 액체에 완전히 잠기게 하였다. 큐브를 액체 속에 넣기 전 전자저울의 측정값은 0이었고, 넣은 후 액체의 온도가 0°C 가 되면서 용수철저울의 값은 $0.1w$, 전자저울의 값은 w 가 되었다. 액체의 온도를 천천히 올리면서 용수철저울과 전자저울로 무게를 측정했을 때, 각 저울에 측정된 무게는 그림 (나)와 같다. (단, 온도에 따른 액체의 부피 변화는 무시할 수 있을 정도로 작고, 큐브는 액체를 흡수하지 않는다.) [총 10점]



(가)



(나)

- (1) 액체의 온도가 0°C 일 때 액체에 잠긴 큐브의 부피를 V_1 , 액체의 온도가 $T^{\circ}\text{C}$ 일 때 액체에 잠긴 큐브의 부피를 V_2 라고 할 때 $\frac{V_2}{V_1}$ 를 구하고, 그렇게 생각한 이유를 쓰시오. [6점]

$\frac{V_2}{V_1}$	이유

- (2) 액체의 온도가 $T^{\circ}\text{C}$ 가 되는 순간 용수철저울과 큐브를 연결한 줄을 끊었다. 액체의 온도가 천천히 올라갈 때 큐브의 변화와 전자저울 측정값의 변화를 쓰고, 그 이유를 쓰시오. [4점]

	변화	이유
큐브		
전자저울 측정값		

3. 영재는 6가지 원소, 이 원소들로 구성할 수 있는 분자와 이온 화합물, 그리고 실온에서 그 특성들을 조사하여 표로 작성하였다. 그런데 원소의 이름이 지워져, 임의로 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣, ㉤, ㉥로 표시하였다. 영재는 수재와 함께 ㉠ ~ ㉥의 실제 원소를 알아내려고 한다. [총 10점]

구 분		특 성
원소	㉠, ㉡, ㉢, ㉣, ㉤, ㉥	㉠은 가장 가벼운 원소이다.
		㉥는 뼈와 조개껍데기에 많이 들어있다.
분자	㉠ ₂ , ㉢ ₂ , ㉤ ₂ , ㉠ ₂ ㉢, ㉡㉢, ㉡㉢ ₂ , ㉡㉠ ₄	㉡와 ㉢ ₂ 는 반응하여 ㉡㉢ ₂ 를 생성하지만, ㉢ ₂ 가 부족하면 ㉡㉢를 생성하기도 한다.
이온 화합물	㉣㉤ ㉣ ₂ ㉡㉢ ₃ ㉥㉡㉢ ₃	㉢ ₂ ㉡㉢ ₃ 수용액과 ㉥㉤ ₂ 수용액을 섞으면, 흰색 앙금인 ㉥㉡㉢ ₃ 가 생성된다. 앙금을 걸러낸 수용액에 은 이온(Ag ⁺)이 포함된 수용액을 넣으면 또 다른 흰색 앙금이 생성된다.

- (1) 원소 ㉠ ~ ㉥를 알아내는 과정에서 수재는 원소 ㉡를 질소(N)라고 주장하였다. 하지만 영재는 다른 원소라고 생각하여 수재를 설득하려고 한다. 영재가 생각하는 원소 ㉡를 쓰고, 수재의 주장을 반박하는 근거를 쓰시오. [4점]

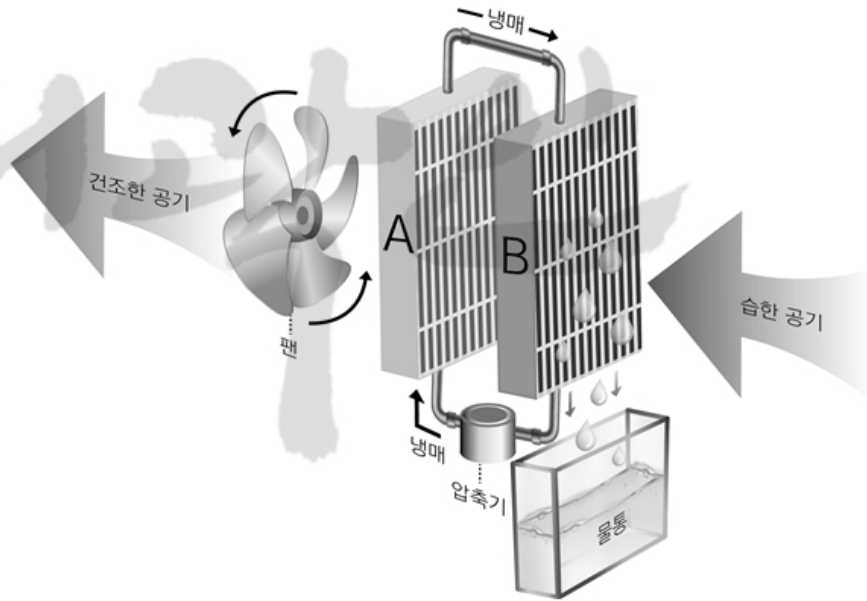
원소 ㉡	반박하는 근거

- (2) 수재는 원소 ㉣가 나트륨(Na)이라고 주장하였지만, 영재는 다른 원소일 수도 있다고 생각하였다. 영재가 그렇게 생각한 이유를 쓰시오. [3점]

- (3) 다음에 제시된 분자만을 사용하여, 실제 원소 기호로 연소 반응의 화학 반응식 3가지를 쓰시오. [3점]

반응물과 생성물로 사용 가능한 분자	연소 반응의 화학 반응식
㉠ ₂ , ㉢ ₂ , ㉤ ₂ , ㉠ ₂ ㉢, ㉡㉢, ㉡㉢ ₂ , ㉡㉠ ₄	

4. 그림은 제습기의 내부 구조를 나타낸 것이다. 냉매는 장치 A, B와 압축기를 지나며 순환한다. 제습기는 습기를 제거하여 실내 습도를 낮추어 주지만, 실내 온도를 높인다. [총 10점]



- (1) 제습기의 냉매가 순환하기 시작할 때, 장치 A와 B의 표면 온도 변화와 냉매의 상태 변화를 쓰시오. [6점]

	표면 온도 변화	냉매의 상태 변화
장치 A		
장치 B		

- (2) 위의 제습기를 실내의 온도를 낮춰주는 에어컨으로 용도를 변경하기 위한 방법을 쓰시오. [4점]

5. 다음은 영재가 세포 분열의 필요성을 알아보기 위해 수행한 실험이다. [총 10점]

[실험 과정]

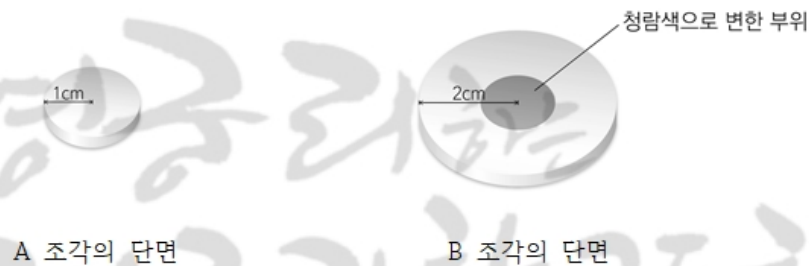
- (가) 녹말과 한천(우무)이 골고루 섞인 반지름 1 cm인 구 A와 반지름 2 cm인 구 B를 준비한다.
 (나) A와 B를 각각 아밀레이스 용액 속에 10분 동안 담가, 아밀레이스가 구 안으로 이동할 수 있도록 한다.
 (다) A와 B를 꺼내 그림과 같이 얇게 자른다.



- (라) 얇게 자른 한천 조각에 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 처리한 후 색의 변화를 관찰한다.

[실험 결과]

- ㉠ A 조각의 단면에서는 청람색이 관찰되지 않았으나, B 조각의 단면에서는 중심부에서 청람색이 관찰되었다.



- (1) ㉠의 이유를 쓰고, 이를 확인하기 위한 추가 실험을 쓰시오. [6점]

이유	
추가 실험	

- (2) 구 A와 B를 각각 하나의 세포라고 가정할 때, 세포의 크기가 커지면 어떤 단점이 있을지 [실험 결과]를 참고하여 이유와 함께 쓰시오. [4점]

단점	
이유	

6. 다음은 생물다양성과 종에 대한 자료이다. [총 10점]

(가) 생물다양성이란 어떤 지역에 살고 있는 식물, 동물, 균류, 원생생물, 원핵생물을 포함한 생물들의 다양한 정도를 말한다.

(나) 생물을 분류할 때 가장 기본이 되는 단위를 종이라고 한다. 이전에는 종을 구분할 때 주로 생김새나 생활방식만을 기준으로 하였으나, 현재는 다른 생물학적 특징을 포함하여 종을 구분한다.

(다) 최근 국내의 한 연구팀은 거문도 해역에서 서식하는 한 생물을 새로 발견하여 '곤알록스 거문엔시스'라는 이름으로 등록하였다. 이 생물은 광합성을 하는 단세포 생물이며 핵막이 있다.



곤알록스 거문엔시스

(라) 개구리 A와 개구리 B는 외모나 행동, 서식지가 비슷하여 구분이 쉽지 않다. 대신 이들의 수컷이 암컷을 찾을 때 내는 울음소리를 통해 구분할 수 있는데, 개구리 A 수컷은 저음으로 '깡-깡-깡' 하는 소리를 내지만 개구리 B 수컷은 고음으로 '팍팍팍' 하는 소리를 낸다.

(마) 남아메리카 대륙에서 서쪽으로 900km 떨어져 몇 개의 화산섬으로 이루어진 갈라파고스 제도에는 남아메리카 대륙에 살았던 변이가 다양한 한 종의 핀치로부터 비롯된 10여 종이 넘는 핀치가 현재 서식하고 있다. 이들 핀치의 부리 모양은 곤충, 씨앗, 선인장 등 먹이의 종류에 따라 모두 다르다.

(1) 아래 생물들 중 '곤알록스 거문엔시스'와 같은 계로 분류할 수 있는 것을 모두 쓰시오. [3점]

아메바, 누룩곰팡이, 젖산균, 짚신벌레, 팽이버섯, 김, 대장균, 효모, 우산이끼

(2) 영재는 개구리 A와 개구리 B를 충분한 기간 관찰한 결과, 두 개구리는 서로 다른 종이라고 결론을 내렸다. 영재가 이러한 결론을 내린 이유에 대해 위 자료를 참고하여 쓰시오. [4점]

(3) 다음은 위 자료를 읽고, 3명의 학생이 토의한 내용이다.

영재: 서식지 파괴로 많은 생물이 멸종하는 것은 너무 마음이 아파. 식물의 경우 멸종과 생물다양성 감소를 대비해서 종자를 저장한다고도 들었어.

인재: 나도 종자은행에 대해 들어봤는데, 최근에 우리나라에 자생하는 구상나무 종자를 저장하는 행사를 했다.

수재: 구상나무? 그 크리스마스트리용으로 많이 쓰는 거지? 그거 한라산에 많다는데, 한라산에서 종자를 모아서 저장했겠네.

인재: 응, 그런데 한라산뿐만 아니라 우리나라 남부 10개 지역에 자생하는 구상나무 종자들을 수집해서 저장했대.

영재: 근데 한라산의 종자들만 저장하면 될 것 같은데 왜 다른 지역의 종자들도 함께 저장했을까?

수재: 그건, ㉠

인재: 맞아, 그래야 생물다양성 감소를 막을 수 있겠네.

㉠에 들어갈 적절한 말을 위 자료의 (마)를 참고하여 쓰시오. [3점]

7. 다음은 광물의 특성에 관한 실험의 일부이다. [총 10점]

[실험 과정]

(가) 질량이 같은 광물 A, B, C를 각각 3개씩 준비한다. (단, 광물 A, B, C는 각각 방해석, 석영, 자철석 중 하나이다.)

(나) 아래와 같이 실험 I, II, III을 수행한다.

실험	방법
I	광물 A, B, C를 실에 매달아 묶은 염산이 들어있는 3개의 비커에 각각 넣는다. 10분 동안 광물의 변화를 관찰한 후, 양팔저울을 이용하여 각 광물의 질량을 비교한다.
II	실험 I에서 사용하지 않은 광물 A, B, C를 실에 매달아 철가루가 들어있는 3개의 비커에 각각 넣는다. 광물의 변화를 관찰한 후, 양팔저울을 이용하여 각 광물의 질량을 비교한다.
III	실험 I, II에서 사용하지 않은 광물 A, B, C를 3개의 조흔판에 같은 힘으로 20회씩 긁는다. 조흔색을 관찰한 후, 양팔저울을 이용하여 각 광물의 질량을 비교한다.



[실험 결과]

실험 \ 광물	A와 B	A와 C	B와 C
I	수평을 이룬다.	A쪽으로 기울어진다.	⊖
II	⊕	⊖	B쪽으로 기울어진다.
III	A쪽으로 기울어진다.	A쪽으로 기울어진다.	B쪽으로 기울어진다.

(1) [실험 결과]의 ⊕, ⊖, ⊖을 쓰시오. [3점]

⊕	
⊖	
⊖	

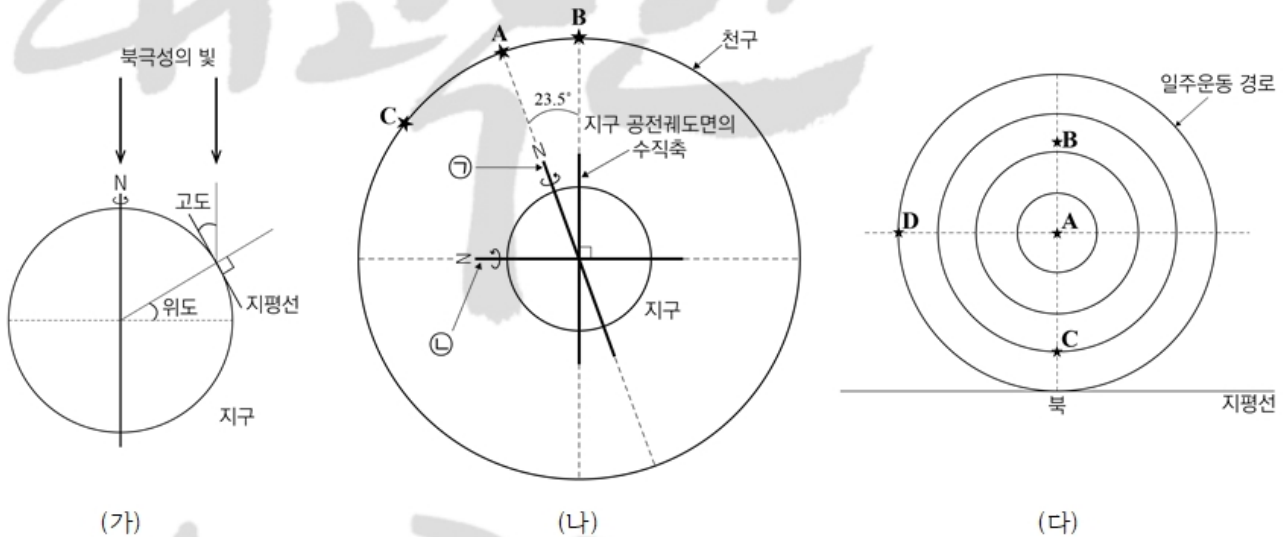
(2) 광물 A, B, C의 굳기를 비교하여 쓰시오. [3점]

() < () < ()

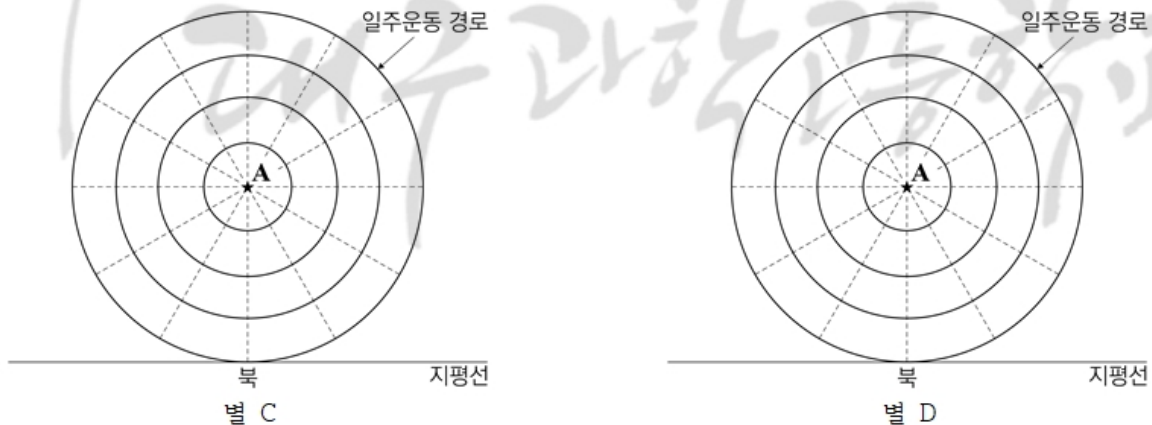
(3) 광물 A, B의 이름과 그렇게 판단한 이유를 각 광물의 특성을 이용하여 쓰시오. [4점]

광물	A: ()	B: ()
이유		

8. 그림 (가)는 북극성의 고도와 관측자의 위도와 관계를 나타낸 모식도이고, (나)는 지구의 자전축이 지구 공전궤도면의 수직축에 대해 23.5° (㉠) 및 90° (㉡) 기울어진 경우와 천구상에 있는 별 A, B, C를 나타낸 것이다. (다)는 지구의 자전축이 (나)의 ㉠일 때, 북위 40° 지역에서 7월 1일 22시에 북쪽 하늘을 바라본 모습이다. (단, 북극성은 지구 자전축의 연장선 위에 있으며, 지구의 공전궤도는 원 궤도, 지구의 1년은 360일, 1개월은 30일, 1일은 24시간이라고 가정한다. 또한 (다)의 일주운동 경로 사이의 간격은 10° 이다.) [총 10점]



- (1) (다)를 관측한 장소에서 7월 2일 2시에 관측되는 별 C의 위치와 10월 1일 22시에 관측되는 별 D의 위치를 아래 그림에 각각 점(●)으로 표시하시오. [5점]



- (2) (나)의 ㉠과 ㉡의 상황일 때, 북위 40° 지역에서 별 B가 하루 중 지평선으로부터 가장 높이 위치할 때의 고도를 각각 쓰시오. [5점]

	㉠	㉡
지평선으로부터 가장 높이 위치할 때의 고도($^\circ$)		

9. 그림 (가)는 영재가 학교에서 직접 만든 액체 안경이다. 액체 안경은 그림 (나)와 같이 렌즈가 유연한 재료의 투명한 주머니로 되어 있다. 안경 위에 부착한 주사기의 피스톤을 당기거나 눌러 렌즈에 주입되는 물의 양을 조절함으로써 렌즈의 두께를 바꿀 수 있다. [총 10점]



다음은 영재가 액체 안경을 만들어서 선명한 상이 보이도록 맞추고 주사기의 피스톤을 고정한 후, 안경을 착용하고 겪은 일을 쓴 글이다.

제작한 액체 안경 주사기의 피스톤을 누르면 주사기 안의 물이 렌즈가 있는 쪽으로 들어가서 마치 볼록렌즈처럼 부풀어 오른다. 주사기의 피스톤을 잡아당기면 물이 빠져나와 볼록했던 부분이 원래대로 돌아온다. 마치 ㉠ 선명한 상을 얻기 위한 우리 눈의 조절 작용 같다. 나는 평소에 원시가 있었는데 비상용 안경으로 딱 맞았다. 추가로 눈부심 방지를 위해 물에 노란색 색소를 집어넣어 노란색 선글라스처럼 만들어보았다.

이 안경을 쓰고 오전 과학 시간에 볼록 반응 실험을 했다. 실험 전에 선생님께서 컴퓨터 화면으로 나트륨 볼록 반응 실험 영상을 보여주셨다. 안경을 쓰고 화면을 보니 검은색 배경 속의 나트륨 볼록이 노란색으로 보였다. 영상을 본 후, 안경을 쓴 채로 볼록 반응 실험을 실제로 했다. 불을 끄고 ㉡ 리튬의 볼록 반응 색을 관찰했다.

오후에는 아이스크림 공장 견학이 있어 공장을 방문했다. 역시 아이스크림을 만드는 곳이다 보니 내부가 정말 추웠다. 견학 안내문을 읽는데 ㉢ 글자가 선명하게 보이지 않았다. 혹시 김이 서려서 그런가 싶어서 렌즈를 닦아 봤지만 그대로였다. 렌즈 안의 물이 얼지도 않았다. 다행히 아이스크림 공장을 나오자 원래대로 잘 보였다. 견학을 마치고 비행기를 타고 집에 갈 시간이다. 비행기에 탑승하고 자리에 앉아 이륙하기를 기다렸다. 서서히 출발하여 비행기가 높이 떠오르자 귀가 먹먹해지는 기분이 들면서 ㉣ 주변이 선명하게 보이지 않았다. 아, 드디어 문제가 무엇인지 알았다. 집에 도착하면 안경을 조금 개선해야겠다.

- (1) ㉠에서 선명한 상을 얻기 위한 우리 눈의 조절 작용 과정을 쓰시오. [2점]

- (2) ㉡에서 노란색 안경을 쓰고 관찰한 리튬의 볼록 반응 색과 그 이유를 쓰시오. [4점]

리튬의 볼록 반응 색	
이유	

- (3) ㉢과 ㉣의 이유를 쓰고, 이를 해결하기 위해 그림 (가)의 액체 안경을 개선할 수 있는 방법을 쓰시오. [4점]

㉢의 이유	
㉣의 이유	
개선 방법	

10. 영재는 해륙풍의 발생 원리를 이용하여 물질 X의 비열 범위를 확인하는 실험을 하려 한다. 예전에 작성한 「액체 A와 금속 M의 비열 구하기」 보고서를 참고하여 실험하려 하였으나, 보고서에 잉크가 떨어져 있었다. [총 10점]

(1) 다음은 영재의 보고서 일부이다.

[예비 실험]

열량계에 70℃ 액체 A 100g과 20℃ 금속 M 100g을 넣었다. 일정한 시간이 지난 후 60℃에서 열평형이 일어났다. (단, 열량계 안팎으로 열의 출입은 없다.)

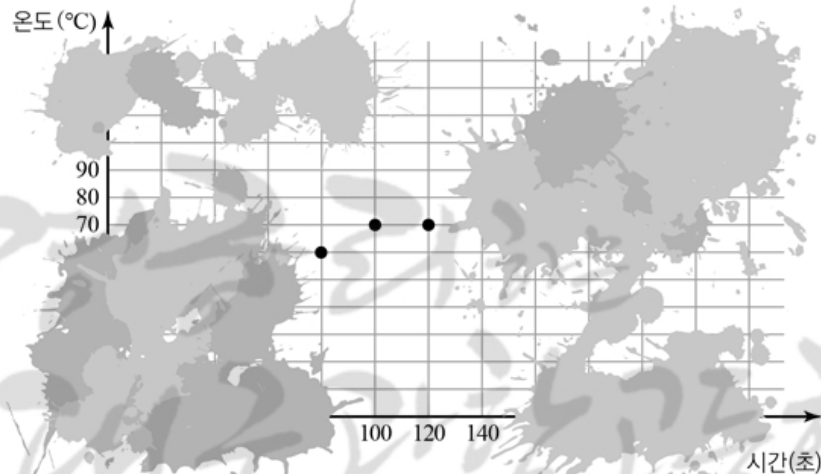
[본 실험]

○ 실험 준비물: 액체 A, 금속 M, 가열 장치, 비커, 온도계

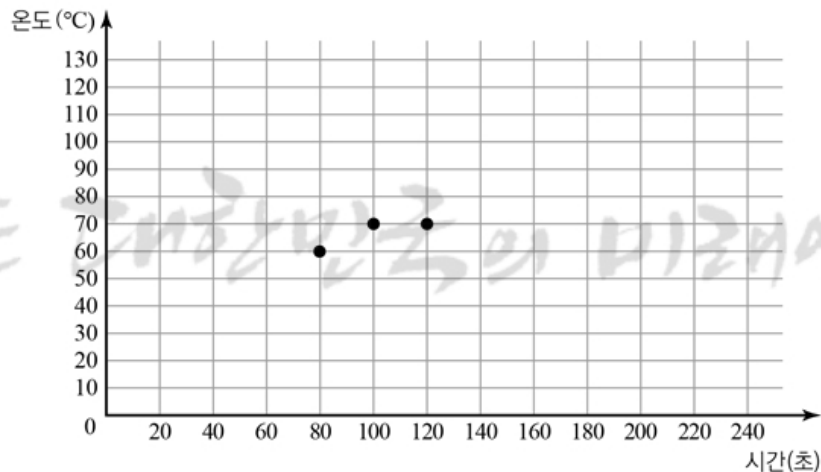
○ 실험 방법

- ① 비커에 20℃ 액체 A 100g을 넣은 후 가열한다. 이때, 액체 A는 1초당 0.1kJ의 열량을 일정하게 공급받고 있다.
- ② 계속 가열하면서 100초 후에 온도를 측정한 즉시 20℃ 금속 M 100g을 액체 A에 넣는다.
- ③ 액체 A의 온도를 0초부터 240초까지 20초 간격으로 측정하여 그래프에 표시한다.

○ 실험 결과



위의 그래프에서 잉크가 떨어져 보이지 않는 영역을 아래 그래프에 점을 찍어 완성하시오. (단, 액체 A와 금속 M의 상태 변화는 일어나지 않는다.) [6점]



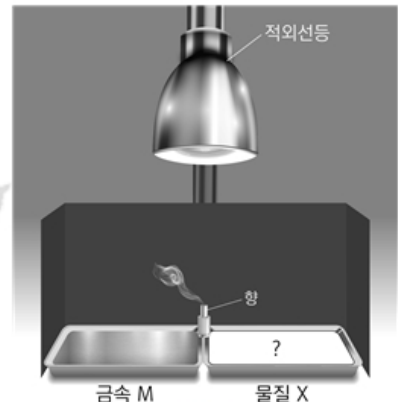
- (2) 영재는 해륙풍의 원리를 조사한 후, 같은 온도의 액체 A와 물질 X에 적외선등을 켜고 향 연기의 이동 방향을 관찰하였다. 금속 M과 물질 X로도 같은 방법으로 실험을 수행하였다.



해륙풍의 발생 원리



실험 I



실험 II

실험 I, II에서 영재가 확인한 물질 X의 비열 범위 안에 있는 물질을 아래 표에서 모두 찾아 쓰시오. [4점]

물질	금	유리	벤젠	에탄올	물
비열(J/g·℃)	0.1	0.8	1.7	2.4	4.2