

주제3

지시약을 만들어 용액 분류하기

차시	3~4/6 차시		
교과서	18~19쪽	실험 관찰	17쪽

학습 목표

- 개념 영역** ● 양배추 지시약의 색깔 변화로 산성 용액과 염기성 용액을 알 수 있다.
- 과정 영역** ● 양배추 지시약의 색깔 변화와 용액의 성질을 관련지을 수 있다.
- 태도 영역** ● 지시약으로 사용할 수 있는 물질을 생활 주변에서 찾으려고 노력한다.

 교과서

지시약을 만들어 용액을 분류하여 봅시다.

자주색 양배추로 지시약을 만들어 봅시다.



- ① 자주색 양배추의 잎을 잘라 버려에 넣습니다.
- ② 양배추가 잠길 정도로 물을 붓고 가열합니다.
- ③ 양배추의 색이 우려나오면 물을 끄고 식힌 다음 거릅니다.

여러 가지 용액에 양배추 지시약을 넣은 다음, 색깔 변화를 관찰하여 봅시다.

식물로 만든 지시약은 변화가 쉬우므로 만든 즉시 사용하는 것이 좋습니다.



이전 실험도 잊어요

주위에서 구하기 쉬운 여러 가지 물질을 이용하여 지시약을 만들어 봅시다.



실험 1 장미꽃 지시약 만들기

여러 가지 용액에 장미꽃 지시약을 떨어뜨린 다음, 색깔 변화를 관찰하여 봅시다.



실험 2 장미꽃 시황지 만들기



학습 개요

1. 양배추 지시약 만들기

- 자주색 양배추를 물에 넣고 가열하여 지시약 만들기

2. 양배추 지시약의 색변화 관찰하기

- 묽은 염산, 식초, 사이다 등의 용액에서는 붉은색 계열로 변함.
- 비눗물, 묽은 수산화나트륨 용액, 묽은 암모니아수 등의 용액에서는 연한 녹색 또는 푸른색 계열로 변함.

3. 산성 용액과 염기성 용액을 분류하기

- 양배추 지시약을 붉은색 계열로 변화시키는 용액 : 산성 용액
- 양배추 지시약을 푸른색 계열로 변화시키는 용액 : 염기성 용액

3,4
차
시

실험 관찰

지시약을 만들어 용액 분류하기 과학 18-19쪽

자주색 양배추 지시약을 떨어뜨렸을 때의 색깔 변화

용액의 성질	용액	색깔 변화
산성	묽은 염산	붉은색 계열
	식초	붉은색 계열
	사이다	붉은색 계열
염기성	묽은 수산화나트륨 용액	연녹색 계열
	비눗물	연녹색 계열
	묽은 암모니아수	연녹색 계열

BTB 메틸 오렌지 포도즙 장미꽃즙

17

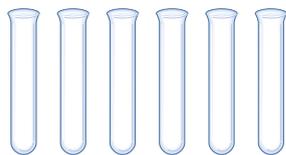
준비물

교사 준비물 보조 자료 5쪽 '미리 준비하세요' 참고

묽은 염산(Hydrochloric acid; HCl), 묽은 수산화나트륨(Sodium Hydroxide; NaOH) 용액, 묽은 암모니아수(Ammonia water), 비눗물, 사이다, 식초, 자주색 양배추

모둠별 준비물

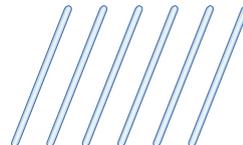
시험관 (6개/모둠)



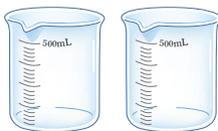
스포이트(7개/모둠)



유리 막대(6개/모둠)



500mL 비커(2개/모둠)



시약병 (1개/ 모둠)



가위(1개/모둠)



체(1개/모둠)



라벨(6장/모둠)



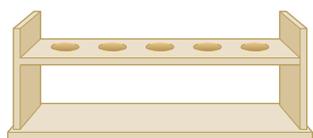
삼발이(1개/모둠)



쇠그물(1개/모둠)



시험관대(1개/모둠)



알코올 램프(1개/모둠)



점화기(1개/모둠)



보안경(학생수)

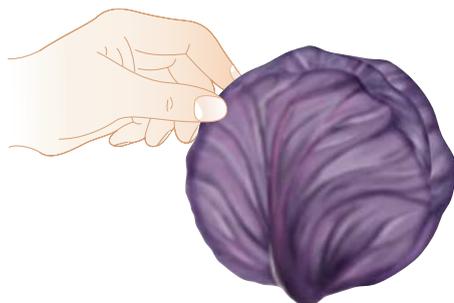


tip

유리 기구는 용액의 종류 수만큼 준비하여 사용하면서 서로 섞이지 않도록 주의한다.

탐구 활동 과정

1. 자주색 양배추 잎을 2~3장 뜯어서 물로 깨끗이 씻는다.



양배추잎 표면에 묻은 이물질을 깨끗이 씻어낸다.



2. 양배추 잎을 가위로 잘라 비커에 넣는다.



폭이 1~2cm 정도 되도록 잘게 자른다.

3. 양배추가 잠길 정도로 물을 붓는다.



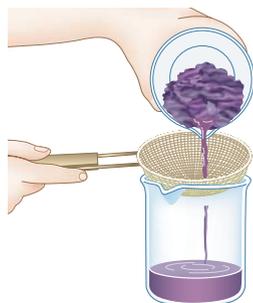
양배추는 비커의 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 정도 넣는 것이 좋다.

4. 알코올 램프로 가열한다.



양배추의 자주색이 물에 우러나 오면 가열을 중단한다.

5. 불을 끄고 식힌 다음 체로 거른다.

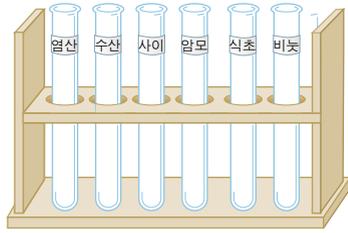


충분히 식히기 전에 거르면 손을 데일 수 있으므로 주의한다.

3,4
차
시



6. 시험관대에 용액의 종류 수대로 시험관을 꽂는다.



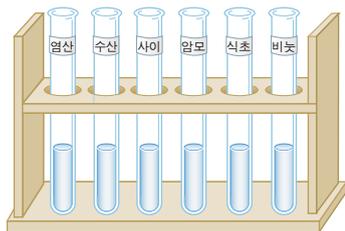
시험관마다 용액의 이름을 써서 붙인다.

7. 시약병에 붓고 라벨에 이름을 쓴다.



다른 용액과 구별될 수 있도록 라벨에 용액 이름과 만든 날짜를 적어 둔다.

8. 스포이트를 이용하여 여러 가지 용액을 시험관에 각각 1/3 정도 넣는다.



용액마다 스포이트를 달리하거나, 스포이트를 물로 씻어서 사용한다.

9. 스포이트로 양배추 지시약을 시험관의 1/2 정도까지 넣고 잘 흔든다.



수산화나트륨 용액이 진하면 양배추 지시약이 노란색으로 변하므로 묽은 용액을 사용한다.



10. 양배추 지시약의 색깔 변화가 같은 용액을 찾는다.



용액의 색깔이 정확히 같지 않더라도 비슷한 것끼리 분류하도록 한다.

11. 여러 가지 용액을 산성 용액과 염기성 용액으로 분류한다.

지난 시간에 분류한 결과와 같은 결과가 나왔음을 확인한다.

3,4
차
시

이런 실험도 있어요.

교사 준비물

메틸알코올(Methyl Alcohol; CH₃OH): 냄새를 오랫동안 맡거나 먹지 않도록 한다.

장미꽃 1단

모둠별 준비물

막자와 막자 사발(1개/모둠)



500mL 비커(3개/모둠)



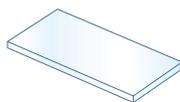
시약병(2개/모둠)



페트리 접시(1개/모둠)



유리판(1개/모둠)



체(1개/모둠)



라벨(2장/모둠)



핀셋(1개/모둠)



거름종이(학생수)



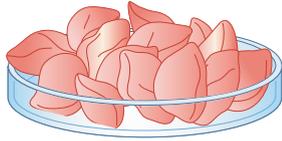
tip

- 페트리 접시는 거름종이의 지름보다 약간 큰 것으로 준비한다.
- 실험 2에서는 장미꽃을 알코올에 오래 담가야 하므로 수업 전에 미리 준비한다.



실험 1. 장미꽃 지시약 만들기

1. 장미꽃잎을 모두 뜯어 물로 깨끗이 씻는다.



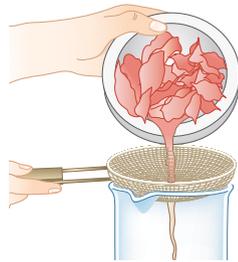
장미꽃잎 표면에 묻은 이물질을 깨끗이 씻어낸다.

2. 막자 사발에 장미꽃잎과 약간의 물을 붓고 으갠다.



막자에 무리하게 힘을 가하지 않고 살며시 돌려가며 으갠다.

3. 장미꽃 즙을 체로 거른다.

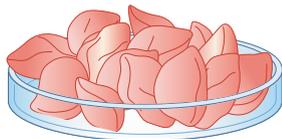


장미꽃 즙의 색은 장미꽃보다 훨씬 연하다.

4. 장미꽃 지시약을 시약병에 담고 이름을 써 놓는다.

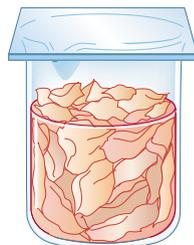
실험 2. 장미꽃 시험지 만들기

1. 장미꽃잎을 모두 뜯어 물로 깨끗이 씻는다.



장미꽃잎 표면에 묻은 이물질을 깨끗이 씻어낸다.

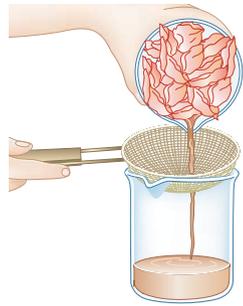
2. 알코올에 3시간 정도 담가 둔다.



장미꽃잎은 색소가 빠지면서 연한 갈색이 된다.



3. 장미꽃이 든 알코올을 체로 거른다.



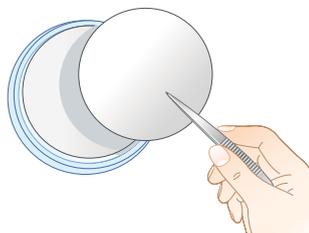
장미꽃 즙은 붉은색이 아니라 연한 살구색이다.

4. 장미꽃 거른 액을 페트리 접시에 따른다.



거름종이의 지름보다 큰 페트리 접시를 준비한다.

5. 거름종이를 5분 정도 담갔다가 꺼내어 말린다.



거름종이에 붉은색 물이 든 것 같지 않지만, 마르면서 서서히 연한 보라색을 띤다.

6. 거름종이를 적당한 크기로 자른다.



다양한 종류의 지시약을 만들어 다음 차시에 사용한다.

3,4
차
시

개념 해설

1. 지시약의 정의

지시약은 담겨 있는 물질의 산성도에 따라 자신의 색깔을 변화시킴으로써 그 물질이 어떤 특성(산성, 중성, 염기성)을 지니는가를 구분해주는 물질을 말하며, 침전 반응에서 침전이 완결되었는지 또, 산화·환원 반응이 완결되었는지를 알리는 길잡이로써 사용되고 있다.

2. 지시약의 특성과 작용 원리

- 지시약 자체는 약산 또는 약염기이다.
- 지시약은 종말점을 알아내기 위해 사용된다.
- 적정하려는 용액의 pH에 따라서 전혀 다른 색깔을 띠어야 한다.
- 극히 소량을 첨가해도 적정 용액의 변색을 민감하게 감지할 수 있어야 한다.

3. 지시약의 변색범위와 제조방법

* 변색 범위 : 지시약의 변색을 감지할 수 있는 $[H_3O^+]$ 의 일정한 범위, pH로 나타냄.

지시약 명칭	변색 범위(pH)	색깔 변화	제조 방법
메틸오렌지 (Methyl Orange)	3.1~4.4	빨강색 ~ 오렌지색	0.1g을 물에 용해시켜 100mL가 되게 한다.
브로모티몰 블루 (Bromothymol Blue)	6.0~7.6	노랑색~ 파랑색	0.1g을 에탄올(95%) 20mL에 용해시키고, 물을 첨가하여 100mL가 되게 한다.
페놀프탈레인 (Phenolphthalein)	8.3~10.0	무색 ~ 진홍색	0.1g을 에탄올(95%) 90mL에 용해시키고, 물을 첨가하여 100mL가 되게 한다.
자주색 양배추	2.02~2.97 8.01~9.03	연선홍색 ~ 보라색 보라색 ~ 균청색	자주색 양배추를 가능한 잘게 잘라서 비커의 물에 잠기게 넣고 30분 정도 끓인 후 식혀서 사용한다.
장미꽃	3.96~4.98 8.01~9.03	보라색 ~ 연고동색 연고동색 ~ 회갈색	빨간색 장미꽃의 잎을 따서 비커의 물에 잠기게 넣고 20분 정도 끓인 후 식혀서 사용한다.



로버트 보일

4. 지시약의 발견

과학사를 살펴보면 과학적인 사실들이 우연히 발견되는 경우가 많은데, 지시약의 경우도 마찬가지다. 지시약을 처음 발견한 사람은 일정한 온도에서 기체의 부피와 압력과의 관계를 나타낸 ‘보일의 법칙’으로 유명한 영국의 과학자 보일(Robert Boyle, 1627~1691)이다.





아니, 꽃에서 웬 연기가 나지?
'황산의 증기가 꽃에 묻었나?'



어..꽃 색깔이 보라색에서 빨간색으로 변했네.



"아니? 이 산에서도 똑같이 색깔이 변하네?"



정말 놀라운 발견을 한거지.

와~정말 그렇네요.



그렇지, 그렇게 해서 바이올렛 꽃잎을 물이랑 알코올로 추출하여 산 용액에 떨어뜨려 본거지. 어떻게 되었을까?



맞아. 바로 그거야. 그렇게 해서 다른 여러 가지 약초, 튤립, 자스민, 배꽃, 리트머스 이끼 등에서도 똑같은 실험을 했던 것야.

빨간색으로 바뀌었어요?



그럼 우리가 학교에서 사용하는 리트머스 종이가 그 이끼에서 나온건가요?



그래, 맞아. 그 추출액에 종이를 담근 다음 잘 말려서, 적당한 크기로 잘라서 사용한 것이 유래가 된 거지.

◎ 천연 지시약

1. 천연 지시약의 변색 범위

1) 자주색 양배추(0.1 M 염산 : pH 1.2 / 0.1M NaOH : pH 12.6)



pH 농도	자체	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
자주색 양배추	6.56	Red	Pink	Purple	Light Purple	Blue-Gray	Blue	Teal	Green	Yellow-Green	Yellow	Orange	Dark Orange	Red-Orange

2) 장미꽃 끓인 것(0.1M 염산 : pH 1.2 / 0.1M NaOH : pH 12.6)



pH 농도	자체	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
장미 끓임	4.60	Red	Orange	Light Orange	Yellow-Orange	Yellow	Light Green	Green	Teal	Blue-Teal	Blue	Light Blue	Light Purple	Dark Purple

3) 가지 껍질 끓인 것(0.1M 염산 : pH 1.2 / 0.1M NaOH : pH 12.6)



pH 농도	자체	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
가지 껍질	5.74	Red	Orange	Light Orange	Yellow-Orange	Yellow	Light Green	Green	Teal	Blue-Teal	Blue	Light Blue	Light Purple	Dark Purple

2. 지도상의 유의점

1) 자주색 양배추는 이 실험에 필요한 천연 색소를 추출하기 위해서 가위나 칼 등을 이용하여 작게 그리고 잘게 잘라 가열할수록 색소가 빨리 나온다.(약 20~30분 소요). 또한, 지도 교사는 아동들이 칼이나 가위 등을 가지고 장난치지 않도록 주의를 준다.

2) 이 차시는 총 2차시로 되어있지만, 색소를 얻기 위해 자주색 양배추 물을 끓이고 식힌 후, 체에 걸러 액체만을 사용하기 때문에 총 소요되는 시간이 길다. 그러므로 융통성 있는 시간 활용이 필요하다.(체로 거르지 않고 스포이트로 덜어 시험관에 넣어서 식힐 수도 있음.)

3) 이 차시에 실험을 할 경우, 아동들에게 준비물을 준비시킬 때 재료를 정확하게 알려 줄 필요가 있다. 아동들이 ‘자주색 양배추’ 대신 ‘하얀색 양배추’ 나 ‘보통의 배추’ 로 실험을 할 경우에는 뚜렷한 색깔 변화를 확인하는 것이 어렵다.

그 이유는 안토시아닌 색소가 없기 때문이다.(단, 비교 실험을 위한 경우는 제외)



보통의 배추

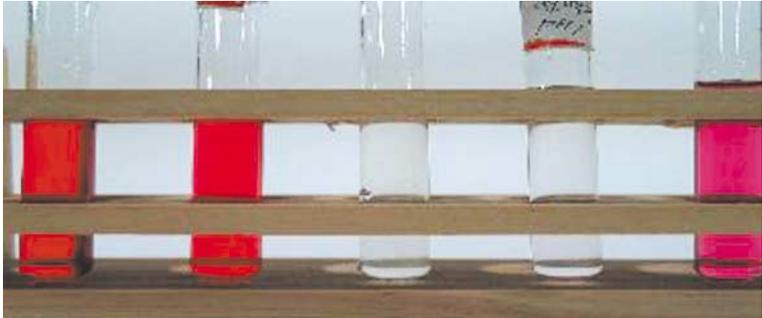


하얀색 양배추

4) 천연 지시약을 만들어 사용할 경우에는 가능한 한 만든 후 바로 사용하는 것이 좋다. 자주색 양배추 지시약을 2일 이상 방치했다가 실험을 하였을 경우, 지시약의 pH 농도가 6.33에서 4.88로 더욱 산성화되어 지시약의 효과가 떨어지게 되고, 지시약을 다른 용액에 넣었을 때, 산성의 용액과 중성의 용액에서 현저한 색깔 변화를 확인하기 어렵게 된다.

천연 지시약이 될 수 있는 것은?

※ 다음은 여러 가지 식물로 만든 천연 지시약을 이용하여 여러 가지 산성 용액과 염기성 용액에서 실험을 한 결과이다.

<p>식물의 사진</p>	
<p>산성 용액 (pH 1)</p>	
<p>염기성 용액 (pH 10)</p>	

※ 위의 실험 결과를 보고, 아래의 문제를 해결하시오. (문제 1~3)

()학년 ()반 성명 :

1. 위의 실험 결과로 보아 어떤 식물을 지시약으로 사용할 수 있겠는가?

2. 위의 실험으로 보아, 지시약으로 사용할 수 있는 식물들과 지시약으로 사용할 수 없는 식물들이 갖는 각각의 공통점은 무엇인가?

3. 위의 실험으로 유추해 볼 때, 지시약은 어떠한 특성을 지녀야 한다고 생각하는지 1가지 이상 적어보시오.

①

②

3,4
차
시

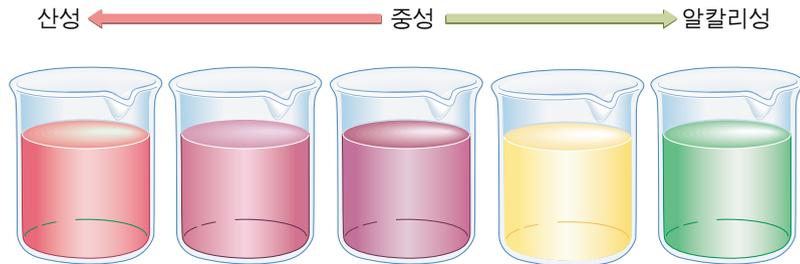
정답 및 해설

1. 자주색 양배추, 장미꽃, 가지 껍질

★ 설명 : 자주색 양배추, 장미꽃, 가지 껍질 등은 산성 용액에서는 붉은색을 띠었으며, 염기성 용액에서는 푸른색 계열의 색과 고동색을 띠어 각각의 용액에서 색깔의 변화를 확연하게 구별할 수 있게 해 주었으므로 용액의 성질을 구별하는 지시약으로서 사용이 가능하다.

2. 지시약으로 사용할 수 있는 식물들은 꽃 즙의 색이 붉거나 푸른색 계열의 색깔을 가졌고, 지시약으로 사용할 수 없는 식물들은 꽃 즙의 색깔이 무색이었다.

★ 설명 : 그 이유는 색을 지닌 꽃 즙에는 안토시아닌이라는 색소가 들어 있기 때문이다. 안토시아닌이란 화청소(花靑素)라고도 한다. 안토시아닌의 특징은 수용성이고(증류수에 끓였을 때 녹아나왔기 때문), 아래의 사진처럼 중성일 때는 보라색, 산성과 만나면 붉은색, 그리고 염기성을 만나면 푸른색 계열로 색 변화를 일으킨다.



이것은 당 중에서 특정한 히드록시기와 각종 알코올, 페놀, 알데히드 등의 작용기가 에테르형 결합을 하여 이루어진 화합물이다. 꽃이 천차만별의 아름다운 색을 띠는 것은 이 안토시아닌이 식물체 속에서 칼륨, 마그네슘 등의 금속염과 여러 가지 복잡한 착물을 형성하기 때문이라고 한다. 꽃은 그 속에 들어 있는 다양한 색소를 통해 색깔이 결정되는데, 이 색소에는 크게 3가지 계통이 있다. 잎을 초록색으로 보이게 하는 ‘엽록소’, 붉은색과 푸른색을 내는 ‘안토시아닌’, 노란색과 주황색의 특징을 보이는 ‘카로티노이드’가 바로 그 주인공이다. 해바라기와 개나리가 지시약으로 사용될 수 없는 이유는 ‘안토시아닌’이 아닌 ‘카로티노이드’ 색소를 함유하고 있기 때문이다.

3. 지시약이 지녀야 할 특성

- ① 지시약은 산성과 염기성의 용액에서 서로 다른 색의 변화를 보여야 한다.
- ② 적은 양의 지시약을 용액에 넣었을 때도 민감한 반응을 보여야 한다.

■ 산·염기에 대한 오개념

1. 산을 묽히면 산성의 성질이 없어진다.

☞ 물질의 변화에는 물리적인 변화와 화학적인 변화가 있다. 물리적인 변화는 물질의 성질은 변하지 않고 물질의 상태나 모양만 변하는 현상으로 상태 변화, 용해, 변형 등이 있다. 화학적인 변화는 어떤 물질이 본래 물질과는 성질이 전혀 다른 새로운 물질로 변하는 현상으로 연소 반응, 철이 녹스는 반응 등이 있다. 물질의 용해 반응은 물리적인 변화이므로 산이 물에 희석되어도 산의 성질은 없어지지 않고 단지 약해질 뿐이다.

2. 신맛이 나는 것은 모두 산성 식품이다.

☞ 시큼한 매실 장아찌나 꿀이 알칼리성 식품이라고 하면 반문이 쉽게 튀어나온다. 그러나 식품의 산성, 알칼리성은 맛이 아니라 그 식품을 태웠을 때 생기는 재를 물에 녹였을 때의 액성이 무엇인가에 따라 판단한다. 재 속에 칼륨이나 칼슘을 많이 포함하고 있으면 알칼리성 식품, 인이나 유황을 많이 함유하면 산성 식품이라고 한다. 밀감류에는 시트르산·시트르산수소칼륨이 많이 들어 있어 신맛이 강하고 산성을 띠나 인체 내에서 완전히 산화되면 이산화탄소가 된 다음 알칼리성을 띠는 탄산칼륨을 남기므로 알칼리성 식품에 속한다.

※ 참고 (1~2번) : <http://edu.gsnu.ac.kr/~chem/ppt3/9930-023/3.htm>(경상대)

3. 농도가 진하다는 것은 강산이다. 그러므로 진한 아세트산은 강산이다.

☞ 이러한 오개념이 나타난 이유는 학생들이 농도가 곧, 산의 세기 척도라고 생각하기 때문이다.

4. 진한 아세트산은 신맛이 강하므로 강산이다.

☞ 염산 용액은 농도에 상관없이 모두 이온화된다. 즉, 염산 용액은 농도에 상관없이 강산이므로 묽은 염산은 진한 아세트산보다는 수소 이온 농도가 높다. 또한 아세트산은 물 속에서 이온화도가 작아 대부분 이온화되지 않은 분자 상태로 존재하게 되어 약산의 성질을 갖는다.

5. 묽은 염산에 진한 염산을 섞으면 강산이 된다.

☞ 염산 용액은 %농도가 낮으면 약산이고 %농도가 높으면 강산인 것이 아니라, 농도에 상관없이 강산이다.

※ 참고 (3~5번) : 학생들의 화학 개념에 대한 오개념 편람, 이화여자대학교 과학교육과 화학교육연구실