



시약

모든 시험 문제

화학 물질	라벨	GHS 안전 규약 ¹
증류수(Deionized water): 세척병 (벤치) 플라스틱병 (벤치) 플라스틱통 (후드)	Water	안전

문제 P1 (달리 언급이 없으면 흰색 바구니에 있음)

화학 물질	라벨	GHS 안전 규약 ¹
Ethanol , 100 cm ³ , 세척병 (벤치)	Ethanol	H225, H319
2-Acetonaphthone : 약 0.002 g 유리 바이알, TLC 표준물질 0.500 g 유리 바이알	Standard A Reactant A	H302, H315, H319, H335, H411
2,4-Dinitrophenylhydrazine , 33% (w/w) 물 포함, 0.300 g 유리 바이알	DNPH	H228, H302
4.7% NaClO 를 포함한 표백제 수용액, 13.5 cm ³ , 호박색 유리병	Bleach	H290, H314, H400
Ethyl acetate 에틸아세테이트, 15 cm ³ , 호박색 유리병	EtOAc	H225, H319, H336
TLC 전개액(Eluent) , hexanes/ethyl acetate 4:1 (v/v), 5 cm ³ , 호박색 유리병	TLC eluent	H225, H304, H315, H336, H411 ²
5% Na₂CO₃ , 수용액, 20 cm ³ , 플라스틱병	5% Na₂CO₃	H319
20% HCl , 수용액, 15 cm ³ , 플라스틱병	20% HCl	H290, H314, H319, H335, 그 외

문제 P2 (녹색 바구니)

화학 물질	라벨	GHS 안전 규약 ¹
8 mmol dm ⁻³ 루미놀(luminol) 이 녹아 있는 0.4 mol dm ⁻³ NaOH 수용액, 50 cm ³ , 플라스틱병	Luminol in NaOH	H290, H315, H319
2.00 mmol dm ⁻³ CuSO₄ 수용액, 25 cm ³ , 플라스틱병	Cu	안전
2.00 mol dm ⁻³ H₂O₂ 수용액, 12 cm ³ , 작은 플라스틱병	H₂O₂ conc.	H302, H315, H318
0.100 mol dm ⁻³ cysteine hydrochloride 수용액, 12 cm ³ , 작은 플라스틱병	Cys conc.	안전
Water , 50 cm ³ , 플라스틱병	Water	안전

¹ GHS 안전 규약에 대해서 페이지 3를 참조하라.

² Hexanes 에 대한 GHS 안전 규약



문제 P3 (달리 언급이 없으면 회색 바구니에 있음)

화학 물질	라벨	GHS 안전규약 ¹
광천수(mineral water) 시료, 400 cm ³ , 플라스틱병 (벤치)	Sample	안전
3 mol dm ⁻³ NH ₄ Cl / 3 mol dm ⁻³ NH ₃ 수용액, 15 cm ³ , 플라스틱병	Buffer	H302, H319, H314, H400
NaCl, 고체, 10 g, 플라스틱병	NaCl	H319
Eriochrome black T, 지시약 (indicator mixture), 플라스틱병	EBT	H319
Bromothymol blue, 지시약(indicator solution), 플라스틱병	BTB	H302, H315, H319
5.965 × 10 ⁻³ mol dm ⁻³ disodium ethylenediamine tetraacetate 표준 용액, 200 cm ³ , 플라스틱병 (벤치)	EDTA	H302, H315, H319, H335
0.2660 mol dm ⁻³ NaOH 표준 용액, 250 cm ³ , 플라스틱병 (벤치)	NaOH	H314
강산성 양이온 교환수지(Strong acidic cation exchange resin), H ⁺ 형태, 증류수로 씻어낸 50 cm ³ 의 팽창된 물질, 플라스틱병	Catex	H319

장비

모든 시험 문제 (달리 언급이 없으면 선반에 있음)

공동 장비	수량
페이퍼 와이프	2-4 인 당 1 박스
휴지통 (벤치, 싱크대 근처)	4 인 당 1
나이트릴 장갑 (후드)	실험실당 1 박스
개인 실험 기구	
보안경	1
피펫 스탠드(벤치)	1
피펫 필러 벌브(Bulb pipette filler)	1
유리 비커 100 cm ³ (유리 막대, 플라스틱 스푼, 스패츨라, 핀셋(tweezers), 마커, 연필, 자 포함)	각각 1

문제 P1 (달리 언급이 없으면 흰색 바구니에 있음)

공동 장비	수량
UV 램프(후드)	12 명당 1
진공장치 (진공호스에 연결된 플라스틱 스탬프, 벤치)	2 인당 1
개인 실험 기구	수량



온도탐침이 달린 핫플레이트 스테러 (벤치): 금속클립이 포함된 결정화 수조	각각 1
실험용 스탠드 (벤치): 작은 클램프와 큰 클램프가 달린 클램프 홀더들	각각 1
Organic waste 플라스틱병 (벤치)	1
금속링	1
자석바(stir bar)가 있는 둥근 바닥 플라스크, 50 cm ³	1
눈금 실린더, 10 cm ³	1
환류 컨덴서 (Reflux condenser)	1
마개달린 분별 깔대기, 100 cm ³	1
갈아맞춘 조인트가 없는 삼각 플라스크, 50 cm ³	1
갈아맞춘 조인트가 없는 삼각 플라스크, 25 cm ³	1
갈아맞춘 조인트가 있는 삼각 플라스크, 50 cm ³	1
유리 깔대기	1
감압 플라스크, 100 cm ³	1
여과 깔대기용 고무 어댑터	1
유리 소결 여과 깔대기, 투과성 S2 (흰색 라벨)	1
유리 소결 여과 깔대기, 투과성 S3 (오렌지 라벨)	1
페트리디쉬 뚜껑이 있는 유리 비커, 50 cm ³	1
비커, 150 cm ³	1
TLC 용 눈금있는 모세관 스팟터, 5 µl	3
5 개의 pH 지시종이와 1 개의 pH 색도표가 담긴 지퍼백	1
2 개의 TLC 판이 든 지퍼백	1
파스퇴르 피펫	4
고무 밸브	1
Student code B 로 라벨된 유리 바이알 (할로폼 반응 생성물용)	1
Student code C 로 라벨된 유리 바이알 (브래디 시약 반응 생성물용)	1

문제 P2 (달리 언급이 없으면 녹색 바구니에 있음)

개인 실험 기구	수량
스톱워치	1
전자식 온도계와 보정(calibration)상수가 적힌 카드	1
부피 플라스크, 50 cm ³	1
벌브 피펫(Bulb pipette), 5 cm ³ (벤치, 피펫 스탠드)	1
눈금 피펫, 5 cm ³ (벤치, 피펫 스탠드)	3
눈금 피펫, 1 cm ³ (벤치, 피펫 스탠드)	2



H₂O₂ dil. 로 라벨된 플라스틱병 (희석된 H ₂ O ₂ 용), 50 cm ³	1
Cys dil. 로 라벨된 플라스틱병 (희석된 cysteine·HCl 용), 50 cm ³	1
검정색 플라스틱 시험관, 15 cm ³	1
뚜껑 없는 원심 분리용 튜브(Capless centrifuge tube), 1.5 cm ³	1
플라스틱 비커, 25 cm ³	1
삼각 플라스크, 100 cm ³	1

문제 P3 (달리 언급이 없으면 회색 바구니에 있음)

개인 실험 기구	수량
실험용 스탠드 (벤치): 흰색 종이 받침 뷰렛 클램프 뷰렛, 25 cm ³	각각 1
벌브 피펫, 50 cm ³ (벤치, 피펫 스탠드)	1
벌브 피펫, 10 cm ³ (벤치, 피펫 스탠드)	1
유리 깔대기	1
눈금 실린더, 5 cm ³	1
적정 플라스크 (평면 바닥), 250 cm ³	2
삼각 플라스크, 250 cm ³	1
유리 소결 여과 깔대기, 투과성 S1 (파란 라벨)	1
비커, 100 cm ³	2
비커, 250 cm ³	1
눈금 없는 얇은 플라스틱 파스퇴르 피펫	2
눈금 있는 두꺼운 플라스틱 파스퇴르 피펫	1
5 개의 pH 지시종이와 1 개의 pH 색도표가 담긴 지퍼백	1
예비용 5 개의 거름종이 스트립이 담긴 지퍼백	1
Waste catex 플라스틱병 (벤치)	1



실험 문제 3 전체의 13%	문제	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	
	배점	3	20	2	2	16	
	점수						
	문제	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	총합
	배점	4	20	2	4	2	75
	점수						

문제 P3. 광천수 분석과 확인

슬로바키아에는 많은 광천수와 온천이 등록되어있다. 적절한 조성을 가지며 이산화탄소가 천연 혹은 인공적으로 가미된 광천수가 음용으로 판매된다. 음용수에는 아질산염(nitrite), 질산염(nitrate), 인산염(phosphate), 플루오린화염(fluoride), 황이온(sulfide)이 존재하지 않고, 철과 망간도 없다.

음용수에 함유된 주요 이온들의 질량 농도는 포장지에 적혀있다.

이번 실험은 광천수 시료를 분석하여 브랜드별 자료(표 3.1)를 이용하여 미지시료가 어떤 브랜드인지 확인하는 것이다.

참고: 시료에서 이산화탄소는 제거된 상태임.

표 P3.1. 슬로바키아의 대표적 광천수들의 질량 농도(제조사 수치)

No.	브랜드	이온의 질량 농도, mg dm ⁻³						
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
1	Kláštorná	290	74	71	16	15	89	1 341
2	Budišská	200	50	445	50	25	433	1 535
3	Baldovská	378	94	90	0	78	215	1 557
4	Santovka	215	67	380	45	177	250	1 462
5	Slatina	100	45	166	40	104	168	653
6	Fatra	45	48	550	16	36	111	1 693
7	Lubovnianska	152	173	174	5	10	20	1 739
8	Gemerka	376	115	85	0	30	257	1 532
9	Salvator	473	161	214	30	116	124	2 585
10	Brusnianska	305	101	187	35	59	774	884
11	Maxia	436	136	107	18	37	379	1 715

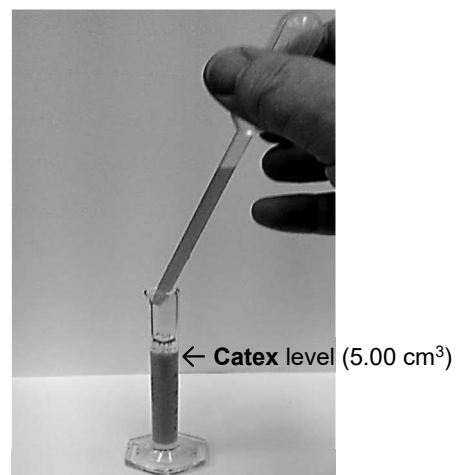


주요참고사항:

- 계산과정을 적을 때 문제에서 주어진 표기법 혹은 심볼을 사용할 것.
- 실험에 주어진 양이온 교환수지(**Catex**)는 팽창된(swollen)상태로 H^+ 형태이다. 눈금 있는 두꺼운 파스퇴르 피펫을 사용하여 양이온 교환수지를 옮겨라. 필요하다면 증류수를 첨가할 수 있다 (양이온 교환수지가 건조되면 안됨).
- 표준용액의 농도는 아래와 같다:
 $c(NaOH) = 0.2660 \text{ mol dm}^{-3}$ $c(EDTA) = 5.965 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

실험과정

- 눈금 실린더로 Catex 5.00 cm^3 만큼을 잰다 (부피 V1). 증류수를 이용하여 Catex 를 정량적(quantitatively)으로 적정 플라스크에 옮긴다. 적당한 양의 증류수를 첨가하고 현탁액(suspension)을 잘 흔들어 Catex 위(over)에 있던 용액 색깔이 관찰되도록 한다.
- 브로모티몰블루(**BTB**, bromothymol blue) 지시약 3-4 방울을 첨가한 후 고체 NaCl 약 1 g(반스푼)을 넣는다. NaCl 이 완전히 녹은 후, 표준 수산화 소듐 용액으로 현탁액이 노란색에서 파란색이 될 때까지 적정하라 (부피 V2). 당량점 근처에서는 아주 잘 흔들면서 천천히 적정하여, Catex 고분자 내부의 모든 분석물질(analyte)이 용액으로 확산되도록 하라. 필요하다면 실험을 반복하라.
- 실험 후, 적정 플라스크에서 Catex 위의 수용액을 최대한 따라서 버려라. 남은 현탁액은 **Waste catex** 로 표시된 용기로 옮긴다.



P3.1 과정 1 에서 일어나는 모든 화학 반응식을 쓰시오. H^+ 형태의 Catex 는 R-H 로 표기하고, 지시약은 HInd 로 표시할 것.



P3.2 아래 표를 과정 1의 실험에서 구한 실험치와 계산한 채택값으로 완성하라.

(표의 모든 칸을 채울 필요는 없다)

실험번호 No.	Catex 부피 V1 [cm³]	NaOH 소모량 V2 [cm³]
1	5.00	
2		
3		
채택된 실험치 V2 유효숫자 4 자리		

P3.3 채택된 실험값 V_2 를 사용하여, 부피 이온교환용량 $Q_V(\text{H}^+)$ 를 mmol cm⁻³ 단위로 계산하라.

계산 과정:

$Q_V(\text{H}^+)$ 에 대한 실험치를 구하지 못한 경우, 이후 문제를 풀 때 1.40 mmol cm⁻³을 사용하라.

2.a 눈금 실린더로 Catex 5.00 cm³ 만큼을 쟀다 (부피 V_3). 이 Catex 를 정량적으로 250 cm³ 비커에 옮긴다. 피펫으로 시료 50.00 cm³ 을 첨가한다 (부피 V_4). 약 5 분간 이 혼합물을 때때로 흔들어 준다. 깔대기를 거치하는 스탠드 겸 거른액을 모으는 용기로 사용할 삼각 플라스크를 준비하라. 필터 깔대기(fritted funnel, 투과성 **S1**)로 Catex 를 거르고 증류수로 중성이 될 때까지 닦아준다 (pH 측정지로 확인). 거른 액은 버려라.

2.b 증류수를 사용하여 Catex 를 깔대기에서 적정 플라스크로 정량적으로 옮겨라.

2.c BTB 지시약 3-4 방울과 고체 NaCl 약 1 g(반스푼)을 넣는다. 표준 수산화 소듐 용액으로 현탁액이 노란색에서 파란색이 될 때까지 적정하라 (부피 V_5). 필요하다면 실험을 반복하라.

2.d 적정 후, 적정 플라스크에서 Catex 위의 수용액을 최대한 따라서 버려라. 남은 현탁액은 **Waste catex** 로 표시된 용기로 옮긴다.



P3.4 이온교환반응들의 반응식들을 적으시오. 일가와 이가 양이온은 각각 M^+ 와 M^{2+} 로 표기 할 것.

P3.5 아래 표를 과정 2 의 실험에서 구한 실험치와 계산한 채택값으로 완성하라.

(표의 모든 칸을 채울 필요는 없다.)

실험번호 No.	Catex 부피 V3 [cm³]	시료 부피 V4 [cm³]	NaOH 소모량 V5 [cm³]
1	5.00	50.00	
2			
3			
채택된 실험치 V5 유효숫자 4 자리			

P3.6 시료의 모든 이온들이 M^+ 라고 가정하라. 채택된 실험값 $V5$ 를 사용하여 광천수에 양이온의 몰농도(M^+ 몰농도), $c^*(M^+)$ 를 $mmol\ dm^{-3}$ 단위로 계산 과정을 포함하여 구하라.

계산 과정:

$c^*(M^+)$ 에 대한 실험치를 구하지 못한 경우, 이후 문제 풀이할 때 $35.00\ mmol\ dm^{-3}$ 을 사용하라.



다음 과정으로 착물형성 분석법(complexometric analysis)으로 Ca^{2+} 와 Mg^{2+} (이후에는 M^{2+} 로 표기)이온들의 농도의 합을 측정할 것이다.

3. 피펫으로 시료 10.00 cm^3 (V_6) 를 적정 플라스크로 옮기고 증류수 약 25 cm^3 를 첨가한다. 완충용액(buffer) 3 cm^3 를 첨가해 pH 를 조정한다. 소량의 에리오크롬 블랙 T 지시약(**EBT**, 스파출라 끝에 살짝, Eriochrome black T indicator)을 첨가하고, 표준 EDTA 용액으로 와인색에서 파란색이 될 때까지 적정한다 (V_7).

P3.7 아래 표를 과정 3 의 실험에서 구한 실험치와 계산한 채택값으로 완성하라.

(표의 모든 칸을 채울 필요는 없다.)

실험번호 No.	시료 부피 V6 [cm³]	EDTA 소모량, V7 [cm³]
1	10.00	
2		
3		
채택된 실험값 V7 유효숫자 4 자리		

P3.8 채택된 실험값 V_7 을 이용하여 광천수의 M^{2+} 양이온의 몰농도, $c(\text{M}^{2+})$ 를 mmol dm^{-3} 단위로 계산하라.

계산 과정:

$c(\text{M}^{2+})$ 에 대한 실험치를 구하지 못한 경우, 이후 문제 풀이할 때 $15.00 \text{ mmol dm}^{-3}$ 을 사용하라.

4. 다음으로 표 P3.2 를 이용하여 광천수 브랜드를 확인하라.

P3.9 표 P3.2 에 실험문제 P3.6 과 P3.8 에서 구한 실험치들을 적어라. $c(\text{M}^{2+})$ 및 $c^*(\text{M}^+)$ 의 각각의 실험치와 제조사 데이터가 유사한 값($\pm 10\%$)을 모두 표의 일치도 항목에 마크(\checkmark)로 표시하라.



표 P3.2

광천수		제조사 데이터			실험치와의 일치도	
No.	상표	$c(M^{2+})$ [mmol dm ⁻³]	$c(M^+)$ [mmol dm ⁻³]	총양이온당량 농도 $c^*(M^+)$ [mmol dm ⁻³]	$c(M^{2+})$ 일치	$c^*(M^+)$ 일치
	실험치		XXX		XXX	XXX
1	Kláštorná	10.30	3.50	24.1		
2	Budišská	7.06	20.63	34.7		
3	Baldovská	13.32	3.91	30.5		
4	Santovka	8.13	17.67	33.9		
5	Slatina	4.35	8.25	16.9		
6	Fatra	3.11	24.32	30.5		
7	Ľubovnianska	10.92	7.70	29.5		
8	Gemerka	14.13	3.70	32.0		
9	Salvator	18.46	10.07	47.0		
10	Brusnianka	11.79	9.03	32.6		
11	Maxia	16.50	5.11	38.1		

P3.10 위의 결과로부터 광천수 시료의 브랜드를 결정하라. 두 실험치가 모두 일치하는 광천수(들)에 마크 (✓)를 표기하라.

No.		브랜드	No.		브랜드
1		Kláštorná	7		Ľubovnianska
2		Budišská	8		Gemerka
3		Baldovská	9		Salvator
4		Santovka	10		Brusnianka
5		Slatina	11		Maxia
6		Fatra	12		other