

40 회 국제
화학올림피아드

실험문제

2008 년 7 월 15 일
부다페스트, 헝가리

유의 사항

- 시험지는 문제지 10 쪽, 답안지 5 쪽으로 되어있다. (실험 1~2: 문제지 8 쪽+ 답안지 4 쪽, 실험 3: 문제지 2 쪽+ 답안지 1 쪽)
- 실험 1 과 실험 2 를 3 시간 내에 끝내야 한다. 실험 1 과 2 를 마친 후 감독관이 다음 실험을 위한 기구와 시약들을 준비하는 동안 실험실 밖에서 잠시 휴식을 취한다. 실험 3 은 2 시간 내에 끝내야 한다.
- 시작 신호가 주어지면 실험을 시작한다. 종료 신호가 주어지면 즉시 실험을 멈춘다. 종료 신호가 주어지고 3 분 이내에 지시를 따르지 않으면 실험 시험을 취소할 수 있다.
- IChO 규정에 주어진 안전 수칙을 따른다. 실험실 내에서는 항상 보안경을 착용하고 제공된 피펫 필러 벌브를 사용하여야 한다. 유기 용매를 다룰 때는 장갑을 사용한다.
- 안전수칙 위반한 경우 실험 감독관으로부터 한 번 경고를 받을 것이다. 두번째 경고를 받는 경우 실험실에서 퇴장 당하고 전체 실험 점수는 영점으로 처리된다.
- 안전 문제와 관련하여 질문이 있거나 실험실을 나가야 할 경우 감독관에게 바로 질의할 수 있다.
- 지급된 펜과 계산기만 사용하여야 한다.
- 답안지의 각 장에 성명과 학생코드(Code)를 기입하여야 한다. 답안지를 낱장으로 분리하지 않도록 한다.
- 모든 결과는 답안지의 주어진 칸에만 기입하여야 한다. 정해진 영역 이외의 부분에 표시할 경우 채점에서 제외된다. 답안지 이면을 연습장으로 쓸 수 있다.
- 시험 동안 유리기구를 재사용해야 할 경우는 가장 가까운 싱크대에서 주의하여 세척한다.
- 실험 1 에서 사용한 유기용매와 실험 3 에서 사용한 모든 액체는 후드 안의 폐액병에 버린다.
- 수치를 요구하는 답의 유효숫자의 수는 실험오차를 평가하는 규칙에 맞아야 한다. 실험 과정이 완벽해도 유효숫자 표기가 잘못 되면 감점 요인이 된다.
- 시약과 실험 기구는 보충되거나 교체되지 않는 것이 원칙이다. 첫번째는 감점이 없으나, 두번째 부터는 매번 실험 점수 40 점에서 1 점이 감점된다.
- 시험을 끝마친 후 답안지를 주어진 봉투에 넣어야 한다. 봉투는 봉하지 않는다.
- 시험 문제의 의미를 명확하게 파악하기 위하여 공식 영어 문제지를 요청할 수 있다.

실험기구

실험실내에서 공동으로 사용하는 품목:
후드내의 70°C 로 유지된 히팅블록(heating block)
중류수(H ₂ O) 저장 용기
라텍스 장갑(라텍스에 알레르기 반응이 있는 경우 대체품 요구)
실험 1 (유기 용매) 과 실험 3 (모든 용매)을 위한 폐수통
깨진 유리나 모세관을 담기 위한 용기
각자의 실험대에 있는 품목:
보안경
열풍기(heat gun)
표시용 마커
연필과 자
초시계, 필요한 경우 작동법을 감독관에게 물을 수 있다.(실험을 마치고 개인 소유)
집게
약손가락(spatula)
유리막대
세라믹타일
종이 티슈
중류수 분무병
에펜도르프 바이알 9 개
비닐 봉지(ziplock bag) 안의 TLC 판
폴리프로필렌 원형 여과막과 플라스틱 주사기(100 mL)
피펫 벌브
눈금이 매겨진 플라스틱 파스퇴르 피펫 14 개
학생코드가 새겨진 페트리 접시
뷰렛
스탠드와 클램프
피펫(10 mL)
비커(400 mL) 2 개
TLC 를 위한 거름종이가 들어 있는 비커와 시계접시 덮개
모세관 10 개
눈금실린더(25 mL) 2 개
삼각플라스크(200 mL) 3 개
비커(250 mL)
비커(100 mL) 2 개
갈대기
부피플라스크(100 mL)
스탠드에 놓인 시험관 30 개*
비닐 봉지(ziplock bag)에 들어있는 지시약종이와 pH 용지*
나무로 된 시험관 클램프*
시험관 마개 2 개 *

*실험 3 에서 필요한 기구

시약

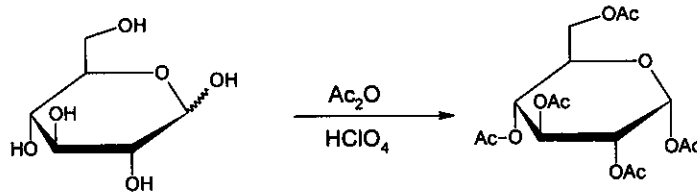
4-6 인용 세트	R 경구	S 경구
0.025 mol/dm ³ ferroin 용액	52/53	
0.2 % diphenylamine, (C ₆ H ₅) ₂ NH solution in conc. H ₂ SO ₄	23/24/25-33-35-50/53	26-30-36/37-45-60-61
0.1 mol/dm ³ K ₃ [Fe(CN) ₆] 용액	32	
Pumice stone (부석)		
각 실험대 용 시약:		
무수 ZnCl ₂ 가 들어 있는 작은 시험관 (스티로폼 스탠드, 코드 라벨이 있음)	22-34-50/53	36/37/39-26-45-60-61
100 mg β-D-glucopyranose pentaacetate (BPAG 로 표시되어 있음)		
3.00 g 무수 글루코스, C ₆ H ₁₂ O ₆ (미리 무게를 달아 바이알에 넣어 둠)		
(CH ₃ CO) ₂ O 가 들어 있는 삼각플라스크 (12 mL)	10-20/22-34	26-36/37/39-45
(CH ₃ CO) ₂ O 가 들어 있는 바이알 (10 mL)	10-20/22-34	26-36/37/39-45
CH ₃ COOH 가 들어 있는 바이알 (15 mL)	10-35	23-26-45
CH ₃ OH 가 들어 있는 바이알 (10 mL)	11-23/24/25-39	7-16-36/37-45
30% HClO ₄ in acetic acid 가 들어있는 바이알 (1 mL)	10-35	26-36/37/39-45
1:1 isobutyl acetate - isoamyl acetate 가 들어있는 바이알 (20 mL), ELUENT 로 표시되어 있음	11-66	16-23-25-33
K ₄ [Fe(CN) ₆].3H ₂ O 고체 시료가 들어 있는, 코드 붙인 작은 플라스크	32	22-24/25
코드와 농도가 적힌 ZnSO ₄ solution 용액 (200 mL)	52/53	61
0.05136 mol/L Ce ⁴⁺ 용액 (80 mL)	36/38	26-36
1.0 mol/L H ₂ SO ₄ 용액 (200 mL)	35	26-30-45
실험 3 에 사용할 시료 용액(실험 3 을 시작할 때 내어 줌)	1-26/27/28-32-35-50/53	24/25-36/39-61

위험 및 안전 경구

위험에 대한 설명			
1	건조상태에서 폭발성	33	누적 효과가 나타날 위험성
10	가연성	34	화상을 일으킴
11	높은 가연성	35	심한 화상을 일으킴
22	삼키면 해로움	39	아주 심각한, 돌이킬 수 없는 효과가 나타날 위험성
32	진한 산과 접촉하면 아주 유독한 기체 방출		
위험들의 조합			
20/22	흡입, 삼킬 시 해로움	36/38	눈과 피부에 염증을 일으킴
23/24/25	흡입, 피부 접촉, 삼킬 시 유독함	50/53	수중생물에 아주 유독함, 수중환경에 장기적 해악을 초래할 수 있음
26/27/28	흡입, 피부 접촉, 삼킬 시 아주 유독함	52/53	수중생물에 아주 해로움, 수중환경에 장기적 해악을 초래할 수 있음
안전사고 예방조치의 설명			
7	뚜껑을 꼭 닫아 보관	30	이 화합물에 절대로 물을 첨가하지 마시오
16	발화원으로부터 격리 - 금연	33	정전기 방전이 일어나지 않도록 주의 조치를 취하시오
22	먼지를 흡입하지 마시오	36	적절한 보호복을 착용하시오
23	연기/증기를 흡입하지 마시오	45	사고가 나거나 몸이 불편하면 즉시 의사의 도움을 받으시오(가능하면 의사에게 라벨을 보이시오)
25	눈에 들어가지 않도록 주의	60	이 물질과 용기는 유해폐기물로 분류하여 폐기하시오
26	눈에 들어갔을 경우 즉시 물로 충분히 씻고 의사의 도움을 받으시오	61	주위로 새나가지 않게 하시오
안전사고 예방조치들의 조합			
24/25	피부에 묻거나 눈에 들어가지 않도록 주의	36/37/39	적절한 보호복과 눈/얼굴 보호장구를 착용하시오
36/37	적절한 보호복과 장갑을 착용하시오		

실험 1

알파-D-글루코피라노스 펜타아세테이트(α -D-glucopyranose pentaacetate)의 합성

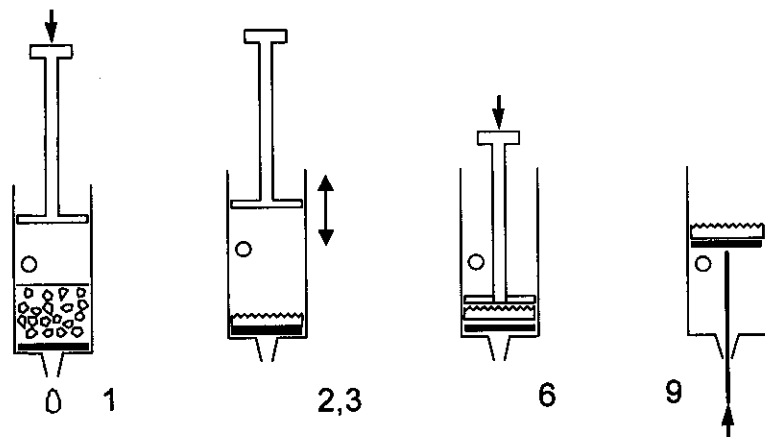


주의 : 아세트산 및 아세트산 무수물을 취급할 때는 고무장갑을 사용하시오. 그리고 이들을 흘리게 되면 실험 감독관에게 알리시오.

아세트산 무수물(삼각플라스크에 밀봉되어 제공) 12 mL 에 아세트산 12 mL 을 넣고 섞은 후, 글루코스 3.00 g 을 가한다.(아세트산 무수물을 과량 사용함) 파스퇴르-피펫을 사용하여 30% HClO_4 in $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ 용액 5 방울을 넣는다. 이때 촉매를 넣으면 용액의 온도가 상당히 올라갈 수 있다.

반응용액에 덮개(cover)를 씌우고 10 분간 두면서 중간 중간에 흔들어준다. 반응용액을 수돗물 100 mL 가 들어있는 비커에 따른다. 결정의 생성을 유도하기 위하여 유리막대로 비커 벽면을 잘 긁어주고, 10 분간 결정이 생기도록 놔 둔다. 주사기와 폴리프로필렌 원형 여과막을 사용하여 생성물을 여과하고, 한 번에 10 mL 의 물을 사용하여 2 회 씻어준다.

<플라스틱 주사기를 사용하여 여과하는 법>



1. 주사기의 피스톤을 빼낸다. 주사기 몸통에 여과하려는 반응 혼합액을 채우는데, 주사기 몸통의 구멍(hole) 바로 아래까지 채울 수 있다. 피스톤을 다시 주사기 몸통에 끼운다.
2. 구멍을 손가락으로 막고, 구멍 바로 위까지 피스톤을 눌러준다.
3. 필터를 통해서 공기가 들어오지 않도록 구멍을 열고 피스톤을 원래 위치로 되돌린다..
4. 액체를 제거하기 위해서 단계 2-3 을 여러번 반복한다.
5. 모든 고체를 여과막에 모을 때까지 단계 1-4 를 반복한다.
6. 피스톤을 끝까지 눌러서 여과물질에 압력을 가하여 액체를 짜낸다.
7. 한 번에 10 mL 의 물로 2 회 씻어준다. (단계 1-4 를 반복)
8. 피스톤을 눌러서 여과물질에 압력을 가하여 액체를 짜낸다.

9. 구멍을 막은 채로 피스톤을 빼내어 여과된 생성물을 꺼낸다.(spatula 끝으로 밀어내면 도움이 될 수 있음)

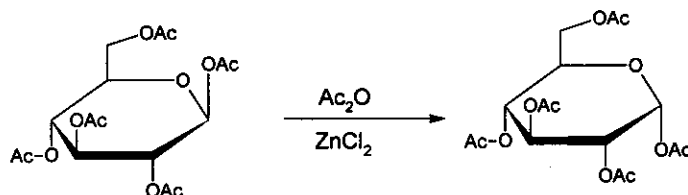
a) 생성물을 학생 코드(code)가 새겨진 페트리 접시에 옮기고, 실험테이블 위에 두시오. 조직위원회에서 생성물을 건조하고, 무게를 측정하고, 순도를 확인할 것이다.

b) 생성물의 이론적인 양을 그램(g) 단위로 계산하시오.

단, $(MC) = 12 \text{ g/mol}$, $(MO) = 16 \text{ g/mol}$, $(MH) = 1.0 \text{ g/mol}$ 이다.

베타-D-글루코피라노스 펜타아세테이트(β -D-glucopyranose pentaacetate)로부터 알파-D-글루코피라노스 펜타아세테이트(α -D-glucopyranose pentaacetate)의 합성

알파-D-글루코피라노스 펜타아세테이트를 합성하는 또 다른 방법은 출발물질로 쉽게 얻을 수 있는 베타-D-글루코피라노스 펜타아세테이트를 이용하는 것이다. 이 실험에서는 TLC 를 이용하여 이 반응의 반응속도를 연구한다.



무수 ZnCl_2 50 mg(무게를 측정하고 시험관에 밀봉하여 제공)에 아세트산 무수물 1.5 mL 을 넣는다. 순수한 베타-D-글루코피라노스 펜타아세테이트(BPAG) 100 mg 을 넣고, 녹을 때까지 잘 흔들어준다. 파스퇴르-피펫으로 반응용액 3 방울을 취하여 에펜도르프 튜브(Eppendorf tube)로 옮기고, 메탄올 0.5 mL 을 넣은 후, 잘 보관한다.

가장 근접한 후드에 있는 히팅블록(heating block, 70°C 로 온도가 조절되어 있음)에 시험관을 넣는다. 이 때부터 시간을 측정하기 시작한다. 내용물이 섞이도록 시험관을 가끔 돌려주면서 2 분 후, 5 분 후, 10 분 후, 30 분 후에 각각 파스퇴르-피펫으로 반응용액 3 방울을 취하여 에펜도르프 튜브로 옮긴다. 곧바로 메탄올 0.5 mL 을 에펜도르프 튜브에 넣어서 반응을 종결한다.

반응속도를 연구하기 위하여 수집한 시료와 실리카 TLC 판을 준비한다. 이때 TLC spot 의 확인에 필요한 표준물질들(reference materials)도 점적(spotting)한다. 시료를 짙은 점적을 연필로 표시하고 isobutyl acetate/isoamyl acetate(1:1) 전개용액(eluent)으로 전개한다. TLC 판을 열풍기(heat-gun)로 가열하여 spot 들이 색을 띠게 한다 (이 색은 안정적으로 유지된다). 필요하다면 두번째 TLC 판을 요청할 수 있고, 이 경우 감점은 없다.

c) TLC 전개모양을 답안지에 옮겨 그리시오. 라벨이 있는 비닐봉지에 TLC 판을 넣으시오.

d) 실험 관찰에 근거하여 답안지의 질문에 답하시오.

실험 2

주의 : 피펫에는 두 개의 눈금선이 있음. 정확한 부피를 측정하려면 첫 눈금까지 용액을 채우고 아래 눈금까지만 흘려 내릴 것. 모든 용액을 흘려내리지 말 것.

아연 이온이 들어 있는 용액에 육시아노철(II)산 칼륨(potassium hexacyanoferrate(II)), $K_4[Fe(CN)_6]$ 을 넣으면 바로 불용성 침전이 생긴다. 이 실험은 결정수를 포함하지 않는 화학양론적인 침전물의 조성을 알아내는 것이다.

침전반응은 정량적이며 빠르기 때문에 적정에 사용할 수 있다. 종말점은 산화환원 지시약을 사용해서 찾을 수 있지만, 먼저 육시아노철(II)산 칼륨 용액의 농도를 결정해야 한다.

$K_4[Fe(CN)_6]$ 용액의 제조 및 이 용액의 정확한 농도 결정

작은 삼각플라스크에 고체 시료 $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ ($M = 422.41 \text{ g/mol}$)를 녹인 후 100.00 mL 부피 플라스크에 정량적으로 옮겨 100.00 mL 용액을 만든다. 육시아노철(II)산 용액을 10.00 mL 취하고, 여기에 적정을 하기 전에 1 mol/L 황산 20 mL 를 넣고 지시약으로 페로인(Ferrouin) 용액 2 방울을 떨어뜨린다. 이제 0.05136 mol/L Ce^{4+} 용액으로 적정을 하시오. 시간이 허락하면 반복해서 적정하여 평균값을 구하시오. Ce^{4+} 은 산성 조건에서 강한 산화제로 작용해서 Ce^{3+} 로 된다.

- 적정에 사용된 Ce^{4+} 용액의 부피는 얼마인가?
- 적정 반응에 대한 반응식을 쓰시오. $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ 시료의 질량은 얼마였는가?

아연 이온과 육시아노철(II)산 칼륨 사이의 반응

육시아노철(II)산 용액을 10.00 mL 취하고, 여기에 1 mol/L 황산 20 mL 를 넣고, 지시약 용액(diphenyl amine) 3 방울과 $K_3[Fe(CN)_6]$ 용액 2 방울을 넣으시오. 지시약은 시료에 육시아노철(III)산 이온, $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 가 포함되어 있을 때만 작용한다. 아연 용액을 사용해서 푸른빛이 도는 보라색이 나타날 때까지 천천히 적정하시오. 시간이 허락하면 반복해서 적정하여 평균값을 구하시오.

- 적정에 사용된 아연 용액의 부피는 얼마인가?
- 적정결과에 근거하여 답안지에 있는 문제에 답하시오.
- 침전물의 화학식은 무엇인가?

주의 : 이론적으로 예상되는 값을 측정값으로 제시한다고 해서 반드시 최고점이 주어지는 것은 아님.

실험 3

주의 : 모든 미지 용액은 독성과 부식성이 있는 것으로 간주해서 취급하기 바란다. 따라서 미지 용액을 버릴 때에는 적절한 폐기물 용기(waste container)에 버려야 한다.

열풍기(heat gun)에서 나오는 뜨거운 공기는 500 °C까지 가열된다. 가연성 물질이나 신체 부위를 향해 열풍을 직접 쏘이지 말고, 뜨거운 노즐에 조심하기 바란다.

범핑(bumping)을 방지하기 위해 가열 전에 액체 속에 한 조각의 끓임쪽(pumice stone, boiling chip)을 반드시 넣고 가열하시오. 가열된 시험관의 입구를 사람을 향하지 않도록 하시오.

8 가지 미지 수용액이 있다. 각 용액에는 한 가지 화합물만 들어있다. 모든 화합물은 다음 리스트 중에서 한 가지 양이온과 한 가지 음이온 만으로 이루어져 있다. 같은 이온이 한 가지 이상의 용액에 들어있을 수 있다.

양이온 : H^+ , NH_4^+ , Li^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , K^+ , Ca^{2+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Sr^{2+} , Ag^+ , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Sb^{3+} , Ba^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+}
 음이온 : OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , CH_3COO^- , $C_2O_4^{2-}$, NO_2^- , NO_3^- , F^- , PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, SO_4^{2-} , HSO_4^- , S^{2-} , HS^- , Cl^- , ClO_4^- , MnO_4^- , Br^- , I^-

실험자는 시험관을 가지고 가열을 할 수 있으나, 증류수와 pH 용지 외에 다른 시약은 사용할 수 없다.

미지 용액 1-8 번에 들어있는 화합물은 무엇인가?

다음 페이지에 있는 몇 가지 음이온에 대한 용해도 표(solubility table)를 사용할 수 있다. 만약 이온이 무엇인지 정확히 알아 내지 못하면 가능한 이온들을 최소한으로 제시하시오.

참고(Remarks):

미지 용액은 공기 중에 노출됨으로 인해서 소량의 불순물을 포함할 수 있다. 모든 용액의 농도는 질량 백분율로 5% 근방이므로, 주 성분들로부터 확실하게 관측할만한 양의 침전물들을 예상할 수 있다. 어떤 경우에는 침전이 즉시 일어나지 않을 수 있는데, 어떤 물질들은 잠깐 동안 과포화 용액 속에 남아 있을 수 있기 때문이다. 따라서 너무 급하게 부정적인 결론에 도달하지 말고 필요하다면 1-2 분 정도 기다려라. 반응의 모든 징후를 항상 주의 깊게 관찰하시오.

가열은 모든 과정을 가속시키며, 가열에 의해 대부분의 물질들의 용해도가 증가하며, 따라서 상온에서 일어나지 않는 반응이 시작될 수 있음을 명심하시오.

25 °C에서의 용해도 표

	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cr ³⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Sr ²⁺	Ag ⁺	Sn ²⁺	Sn ⁴⁺	Sb ³⁺	Ba ²⁺	Pb ²⁺	Bi ³⁺	
CH ₃ COO ⁻														HR			1.0	↓	↓	↓			↓	
C ₂ O ₄ ²⁻			3.6	↓			↓		↓	↓ (Y)	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
NO ₂ ⁻	HR				HR			HR		↓ R				HR	↓		0.41 ((Y))	↓ R	↓	↓			↓	
NO ₃ ⁻																								
F ⁻		0.13		↓	0.5		↓	4.0	1.0	↓ (W)	↓	1.4	2.6	↓	1.6	↓			↓		0.16	↓	↓	
SO ₄ ²⁻							0.21									↓	0.84	↓	↓		↓	↓	↓	
PO ₄ ³⁻	HR	↓		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓ (W)	↓	↓ (P)	↓	↓	↓	↓	↓ (Y)	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
HPO ₄ ²⁻		↓		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓ (W)	↓	↓ (P)	↓	↓	↓	↓	↓ (Y)	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H ₂ PO ₄ ⁻					HR		1.0	HR	HR	↓ (W)	↓	HR	↓ (W)	↓	↓	HR	↓ (Y)	↓	↓	↓	HR	↓	↓	
ClO ₄ ⁻						2.1																		
MnO ₄ ⁻	HR							HR	↓ R	R		HR					0.91	R		R		↓ R		
Br ⁻																	↓ ((Y))					0.98		
I ⁻										R				↓ R			↓ (Y)	1.0				↓ (Y)	↓ (B)	

빈칸 : 용해되는 화합물 ↓: 불용성 화합물 R: 상온에서 산화-환원 반응 (redox reaction)

HR: 상온에서 녹음, 뜨거운 용액에서는 식별할 수 있는 효과를 나타내는 반응(반드시 침전은 아님)이 일어남.

용해도(solubility) : g(물질)/100g 물. 0.1 과 4 사이에서 정확하게 알려진 값만 표시됨.

침전물의 색은 그들의 이온이 수화된 상태의 색과 분명히 다르다 : (B) = 흑색, (P) = 보라색, (W) = 흰색, ((Y)) = 엷은 노란색, (Y) = 노란색

Name:

Code: KOR-

실험 1

10% of the total

1a	1b	1c	1d	실험 1
30	2	12	4	48

a) 생성물의 양 (g) (조직위원회에서 측정)

b) 생성물의 이론적인 양을 그램(g) 단위로 계산하시오.

이론적인 양 (g):

c) TLC 전개모양을 스케치하고, TLC 판은 실험대 위에 두시오.

d) 실험 결과에 근거하여 이에 근거하여 옳은 답을 고르시오.

글루코스의 아세틸화 반응(acetylation)은 발열반응이다.

- a) 그렇다.
 b) 아니다.
 c) 이 실험 결과로는 알 수 없다.

순수한 알파-D-글루코피라노스 펜타아세테이트를 합성하기 위해서 베타-D-글루코피라노스 펜타아세테이트의 이성질화반응(Isomerization)을 이용할 수 있다.

- a) 그렇다.
 b) 아니다.
 c) 이 실험 결과로는 알 수 없다.

Name:

Code: KOR-

실험 2

15 % of the total

2a	2b	2c	2d	2e	실험 2
25	4	25	6	5	65

a) Ce^{4+} 용액 사용량:

평균 사용부피 (V_1):

b) 적정 반응식:

시료의 질량 계산:

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 질량 (m):

c) 아연 용액 사용량:

평균 사용부피 (V_2):

d) 옳은 답에 표시하십시오.

디페닐아민(diphenyl amine) 지시약은 종말점에서 색이 변하는 이유는

- a) Zn^{2+} 이온의 농도가 증가하기 때문이다.
- b) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 이온의 농도가 감소하기 때문이다.
- c) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 이온의 농도가 증가하기 때문이다.
- d) 지시약이 그것의 착물로부터 유리되기 때문이다.

Name:

Code: KOR-

지시약은 종말점 전까지는 어떤 형태로 존재하는가?

- a) 산화된 상태 (Oxidized)
- b) 환원된 상태 (Reduced)
- c) 금속이온과 착물을 형성한 상태 (Complexed to a metal ion)

적정의 초기에 육시아노철(II)산 - 육시아노철(III)산 시스템에 대한 산화환원 포텐셜(redox potential)은 디페닐아민 지시약의 산화환원 포텐셜보다 낮다.

- a) 옳음 (True)
- b) 틀림 (False)

e) 침전물의 화학식을 쓰시오. 화학식 결정 과정을 모두 기술하시오.

침전물의 화학식:

교체 또는 보충된 품목:

학생 서명:

감독관 서명:

Name:

Code: KOR-

실험 3

15 % of the total

실험 3
108

답을 쓸 준비가 되었을 때 이 표에 답을 써 넣으시오.

	1	2	3	4	5	6	7	8
양이온								
음이온								