

비대면 실험수업 운영

비대면 수업의 적용으로 교수자와 학습자 간의 활발한 상호작용을 필요로 하는 교육 환경은 전환점을 맞이했습니다. 특히 실험·실습을 비대면 수업으로 운영할 경우 학습자들의 직접적인 참여가 제한되기 때문에 실험·실습 수업의 긍정적인 면이 충분히 나타나지 못할 가능성이 높습니다. 참여가 제한되는 비대면 실험수업을 보완할 수 있는 여러 가지 방법을 제시합니다.



실험수업 영상 제작시 유의점

비대면 실험수업의 최우선 목표는 비대면 실험수업을 최대한 대면 실험수업과 비슷하게 제공하는 것입니다. 기존의 대면 실험수업에서는 교수자와 학습자가 직접 대면하여 직접적인 교수-학습이 가능하고 학습자가 직접 실험을 진행하며 자신의 눈으로 실험 결과를 관찰할 수 있지만, 비대면 실험수업에서는 불가능하기 때문에 이를 보완하는 과정이 필요합니다.

비대면 실험수업을 준비할 때는 우선 실험영상을 촬영하여 제공해야 합니다. 실험 영상을 제작할 때는 다음의 사항을 확인합니다.

1인칭 시점 촬영

- 1인칭 시점으로 촬영한 동영상은 3인칭 시점으로 촬영한 동영상에 비해 현실적 존재감이 높습니다.
- 실험자가 실험하는 모습을 촬영하는 것이 아닌, 학습자가 직접 실험을 하는 것과 같은 1인칭 시점의 영상을 제공합니다.

간결한 영상 제작

- 학습 내용과 관련 없는 소리 혹은 그래픽은 제외하고 화면 전환 효과를 최소화합니다.
- 배경음악을 삽입할 때에는 가사 없이 단조로운 선율로 구성된 음악을 삽입합니다.

자막 삽입

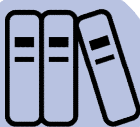
- 자막이 필요할 경우 눈에 잘 들어오는 큰 글씨체의 자막을 삽입하여 가독성을 높입니다.



실험수업에 필요한 보조자료 제공

- 실험 영상과 함께 학습을 도울 수 있는 자료를 제공하면 효과적입니다.
- 동영상 기반 플립드러닝과 같이 자료를 먼저 학습하고 실험 영상을 시청합니다.
- 예) '제올라이트 A 합성, 탄산칼슘 결정 생성에서의 다형체 제어, 프러시안 블루 나노큐브 합성 실험'에 있어 주요 개념으로 등장하는 'X선 회절 분광법' 영상 제작 및 퀴즈 제공

실험내용 학습자료



- 과학 글쓰기 경험이 부족한 학생들은 실험보고서 작성에 어려움을 느낍니다. 따라서 실험보고서에서 필수적으로 기술되어야 할 사항과 과학적 설명의 요건에 관해 설명할 필요가 있습니다.
- 비대면 실험수업에서 학습자들이 실험 보고서 작성에 대한 도움을 직접적으로 받을 수 없으므로 실험보고서 작성에 대한 이해를 돕는 영상을 제작하면 도움이 될 것입니다.

실험보고서 작성법



ARIZE 02

그래프에 대한 기본 이해

Figure 3. Variation of DSC thermogram between (a) pristine ABS and (b) ABS/CB composite.

그리고 뒤에는 이 그래프가 무엇을 의미하는 것인지 간략하게 작성해주시면 됩니다.

3:36 / 10:00

ARIZE 05

실험레포트에서의 참고문헌 작성

292 ▶ The ACS Style Guide

Table 14-2. Common Types of References with Examples

Reference Type	See Pages	Example
Print Sources		
Journal article with article title	291	Klingler, J. Influence of Pretreatment on Sodium Powder. <i>Chem. Mater.</i> 2005, 17, 2755-2768.
without article title	291	Klingler, J. <i>Chem. Mater.</i> 2005, 17, 2755-2768.
Non-scientific magazines and newspapers	299	Squires, S. Falling Short on Nutrients. <i>The Washington Post</i> , Oct 4, 2005, p H1.
Books		
without editors	300	Le Coeur, P.; Barron, J. <i>Napoleon's Buttons: How 17 Molecules Changed History</i> ; Jeremy P. Tarcher/Putnam: New York, 2003; pp 32-47.
with editors	300	Altst, J.; Gropes, O. Relativistic Effects in Chemistry. In <i>Reviews in Computational Chemistry</i> ; Lipkowitz, K. R., Boyd, D. B., Eds.; VCH: New York, 1996; Vol. 8, pp 206-210.

논문을 인용할 때에는 다음과 같이 하시면 되고,

12:48 / 13:58

[실험보고서 작성법] 영상 자료 예시



실험수업 피드백

실험내용과 과정에 대한 의견 교류

학습자들에 대한 직접 지도가 불가능하기 때문에 메신저 또는 이메일 등의 온라인 소통수단을 이용해 학습자들과 의견을 주고받습니다. 실험내용에 대한 의문, 실험과정상의 오류, 학습내용에 대한 해석 등에 대한 질문을 받고 적극적으로 피드백합니다.

실험보고서에 대한 피드백

좋은 논의입니다. Cis 형태의 리간드 구조가 금속과의 결합을 안정시킨다는 것을 에너지 갭으로 설명하신 부분이 매우 인상적입니다.

peak 가 관측되었다. 문헌값³ 은 trans 형태가 618cm⁻¹에서, cis 형태가 509cm⁻¹에서 최대 흡광도를 나타내고 있다. 기본적으로 이러한 UV 결과는 trans 형태와 cis 형태가 각각 green, violet 을 띠는 현상을 드러내고 있다. 또한, trans 형태의 energy gap 이 더 작으므로, cis 형태의 ligand configuration 이 금속과의 결합을 더 안정화시키는 것을 알 수 있다. 이는 trans effect 와 chelate effect 모두 일부 설명이 가능하다. Ethylenediamine 의 경우 bidentate 루, 결합이 inert 현상을 보인다(Chelate effect). 또한, chloro ligand 이 상대적으로 trans effect 가 강하다. 즉, chloro ligand 가 서로 trans 자리에 붙어있는 trans 화합물보다 cis 화합물이 상대적으로 안정하다고 생각된다.

3.2 IR 분석 결과

생성된 trans-[Co(en)₂(Cl)₂]Cl 과 cis-[Co(en)₂(Cl)₂]Cl 의 IR spectrum 은 Fig. 1 에 나타내었다. 이 물질들의 주된 IR peak 문헌값은 cis 형태에서 3460-3096cm⁻¹에서 N-H stretching, 1634-1541cm⁻¹에서 N-H asymmetric deformation, 1299-1200cm⁻¹에서 N-H symmetric deformation 을 나타내며, trans 형태에서는 3274-3077cm⁻¹에서 N-H stretching, 1591cm⁻¹에서 N-H asymmetric deformation 을, 1309-1206cm⁻¹에서 N-H symmetric deformation 을 나타내고 있다.

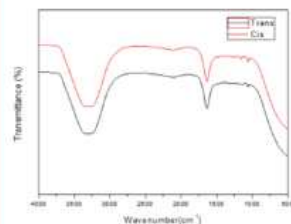


Fig. 2. Trans-[Co(en)₂(Cl)₂]Cl & Cis-[Co(en)₂(Cl)₂]Cl IR spectrum

IR peak를 잘 찾았습니다. 하지만, 각 peak를 스펙트럼 상에 표시해주면 더욱 이해가 수월하게 될 것 같습니다. 전부 다는 아니어도, 특징적인 peak들은 표시해주는 것을 권장합니다.

개인 피드백의 경우 학습자들이 제출한 실험보고서에 왼쪽의 예시와 같이 제언을 첨삭해 반환해 줍니다.

다른 학습자와 비교하여 우수한 부분에 대해서는 가산점을 부여하거나, 미흡한 부분에 대해서는 감점을 하여 학습자들이 스스로 부족한 부분을 파악할 수 있도록 할 수 있습니다.

“외부 자료를 인용할 시 반드시 출처표기를 해야 합니다.

“Aragonite 합성에서의 urea 사용에 대하여는 문헌에 따라 다양한 이유를 제시하고 있습니다. 이 부분에 대하여 이번 실험보고서에서 잘 정리 되었다고 생각한 예시를 작성자의 허락을 받아 보여드리겠습니다.

(이하 생략)

단체 피드백의 경우 게시판에 공개적으로 제언을 작성해 게시합니다. 단체 피드백은 해당 주차 실험보고서 작성 내용에 대한 총평과 학습자들의 질문에 대한 답변, 다수의 학습자들이 공통으로 놓치고 있는 부분들에 대한 지적, 우수한 학습자의 사례 등을 공유할 수 있습니다.

비대면 실험수업은 학습자료를 제작하거나 제공하는 과정에 있어서 여러 가지 다양한 어려움이 따르고, 직접 실험 경험을 학습자들에게 제공하지 못하므로 대면 실험수업에 비해 학습 효과가 다소 떨어질 수 있습니다. 그러나 비대면 실험수업에서는 모든 학습자들이 같은 실험 결과를 제공받기 때문에 교수자의 주도에 따라 학습자들에게 다양한 토의 활동을 제공할 수 있습니다. 즉, 실험수업을 통해 학생들의 **과학적 사고를 자극하는 활동(mind-on activity)이 촉진** 될 수 있는 것입니다.

장기적으로 비대면 실험수업은 영상을 제공하는 것이 아닌, 실험키트를 제공하거나 가상현실(VR) 또는 증강현실(AR) 기술을 활용하여 실험 과정에 대한 직접 관찰 경험을 제공하는 방안이 연구되고 있습니다. 그러나 우선 현재의 수업을 보완하기 위한 일련의 방법들을 선택·적용하여 영상 비대면 실험수업의 질을 높일 수 있을 것입니다.

장원형, 최민지, 홍훈기(2020). 코로나바이러스감염증-19 대유행에 따른 대학교 비대면 실험수업 운영에 관한 사례연구. 학습자중심교과교육연구, 20(17).