실험 시험

자외선을 이용한 물의 소독

1. 서론

자외선으로 물을 소독하는 생각은 새로운 것이 아니다. UNICEF는 1984년 소책자에서 이 생각을 제시하였고, 이후 물속 미생물을 비활성화하는 가능성을 평가하는 연구가 진행되었다. 원리는 간단하다. 병원성 미생물은 파장 320–400 nm의 UV-A와 수온 상승에 취약하다. 태양 복사에도 UV-A가 상당량 포함되므로 이를 이용하여 미생물을 제거하고 수질을 개선할 수 있다. 용기에 담은 물을 자외선에 노출하면, 빛은 먼저 용기 벽을 통과하며 재료의 흡수로 약해지고 이후 물에서도 감쇠한다. 물속 경로가 길수록 감쇠가 크다.

문헌의 과학 보고에 따르면 자외선 감쇠는 플라스틱과 물에서 다르다. 이를 확인하기 위한 목표는 다음과 같다:

1. 여러 플라스틱의 자외선 흡수를 조사한다.
2. 물에서의 자외선 감쇠를 조사한다.

2. 준비물

- 자외선 광원.
- 광검출기.
- 멀티미터.
- 광학 장치.
- 내부 폭이 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm인 유리 셀.
- 탁도가 뚜렷한 물.
- 파랑, 빨강, 노랑, 초록 및 투명 플라스틱 판(필터).
- 연결 전선.
- 모눈종이.
- 도화지 필터 홀더.
- 흰 도화지로 만든 속 빈 원통.

중요: 실험 중 자외선에 노출되지 않도록 광학 장치의 광원이 덮여 있다. 움직이는 덮개를 가능한 한 닫아 두어라.

3. A, B 공통 과정 (*1점*)

광검출기는 입사 복사 세기 I에 비례하는 전위차 U를 만든다: $U \alpha I$.

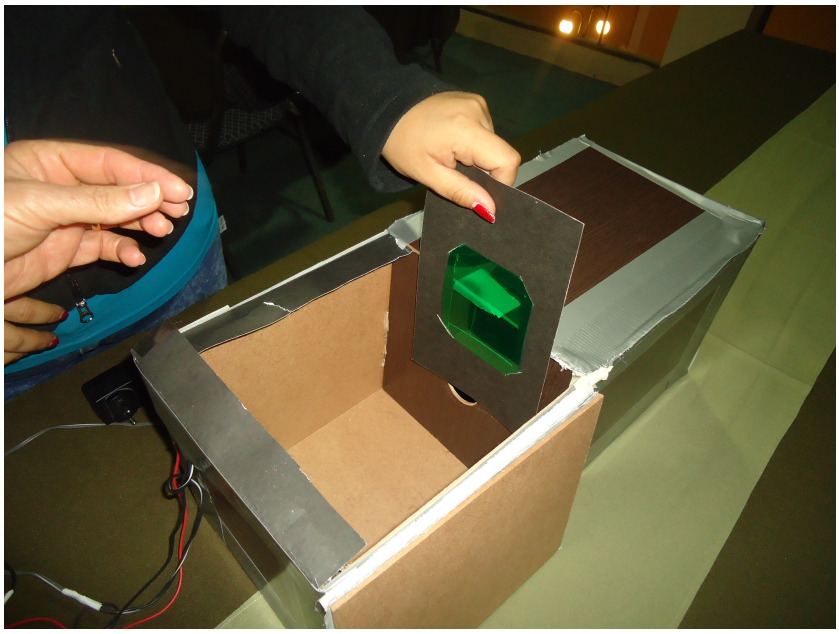
실험 과제

1. 자외선 광검출기를 연결하고 UV 램프를 끈 상태에서 상자 내부 복사에 의한 기준 전압, 즉 기기의 영점 오차를 측정하여라. (*1점*)
2. UV 램프를 켜고 전압이 안정될 때까지 약 10분 동안 측정하지 마라.
3. 모든 측정은 상자를 닫고 하여라.

3.1. A부 (*8점*)

플라스틱의 자외선 흡수.

사진은 각 필터를 끼우는 방법이다.



A1. 필터 없이 광검출기의 전압을 측정하여라. (*0,5점*)

A2. 플라스틱 종류(색)를 하나 골라 필터 한 장을 홀더에 끼우고 U를 측정하여라. 필터 *2*, *3*, 4, 5, 6장으로 반복하여라. (*0,5점*)

A3. 다른 색에도 반복하고 모든 측정값을 표로 제시하여라. (*1,5점*)

A4. 필터 수 n이 0부터 6일 때 유효 전압 $U_{ef} = U - U_{base}$를 모든 색에 대해 한 그래프에 나타내어라. (*2점*)

A5. 흡수가 가장 작은 색을 자료에서 찾아라. (*0,5점*)

A6. 선택한 색에 대해 모형 $U_{ef} \doteq U_0\tau^n$를 사용하여 투과 계수 τ와 그 불확도를 구하여라. U_0는 상수이다. (*3점*)

3.2. B부 (*11점*)

물의 자외선 감쇠

내부 폭이 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 cm인 유리 셀을 사용하여 **물의 자외선 감쇠** 계수를 구한다.

유리 셀은 물을 담는 용기이므로 유리의 복사 흡수가 최종 결과에 영향을 주지 않도록 고려해야 한다.

B1. 빛이 나오는 원형 구멍에 흰 도화지 원통을 조심스럽게 넣어 빛이 광검출기에 직접 도달하도록 하여라. 셀 없이 전압을 측정하여라. (*0,5점*)

B2. 내부 폭이 가장 좁은 빈 셀의 중심을 테이프 표시 위에 놓고 전압 U_{vidrio}를 측정하여라. (*0,5점*)

B3. 나머지 셀에도 반복하고 표로 제시하여라. (*1점*)

B4. 물을 채운 셀에 대해 반복하고 측정 전압 U_{total}을 표로 제시하여라. (*2점*)

B5. 내부 폭 x에 따른 유효 전압 U'_{ef}를 표로 제시하여라. 이는 물의 감쇠만 있을 때 검출할 전압이다. (*3점*)

B6. x에 따른 U'_{ef} 그래프를 그려라. (*1점*)

B7. 지수 감쇠 모형 $U'_{ef} = U_0 \exp^{-\alpha x}$를 사용하여 물의 감쇠 계수 α와 그 불확도를 구하여라. (*3점*)