

선형 알킬벤젠계 신틸레이터를 이용한 (α, β) 신호파형 분리

^{1,3}이준서, ²김영덕, ¹김용함, ¹이경범, ¹이민규, ³송정훈

¹한국표준과학연구원, ²세종대학교, ³공주대학교

junesurlee@kriss.re.kr

중심어: 액체섬광계수기, 펄스 파형 분리, 신틸레이터, Linear Alkylbenzene(LAB), 감쇄시간.

서론

액체 시료내의 베타선과 섬광체간의 상호작용으로 발생한 섬광을 측정하여 시료중의 방사능 농도를 구하는 방법을 액체섬광계수법(Liquid Scintillation Counting Method, LSC)이라 한다. 유기 섬광체에서는 α 방사능에 대한 dE/dx 가 높아 유기 섬광체 내부에서 여기된 분자들의 밀도가 높아지고 이에 따라 분자들간의 상호작용이 증가하게 되어 α 펄스의 decay time이 β 의 decay time 비해 상대적으로 크게 되므로, 총 파형과 tail 파형과의 비율인 PSA 준위를 적용하여 펄스파형을 분리 할 수 있다. (n, γ) 분리를 목적으로, 선형 알킬벤젠(Linear Alkyl Benzene)계 섬광액과, 기존의 ULTIMA GOLD AB를 섬광액을 사용하여 액체섬광계수기의 장점 중의 하나인 파형분석(pulse shape analysis, PSA) 준위를 통한 알파 및 베타 파형 분리를 수행하였다. 다중 연결된 벤젠고리 구조를 포함하는 선형 알킬 벤젠(Linear Alkyl Benzene)계 섬광액(LAB-based Scintillator)인 O.F (Opti-Flur)와, O.F.O (Opti-Flur,-Oil), 그리고 기존의 (α, β) 파형 분리에 많이 사용하는 ULTIMA GOLD AB 와의 분리 효율 등을 비교하기 위해 동일한 PSA 준위에서 파형 분리를 수행하고, 라듐 선원(²²⁶Ra)에서 발생하는 알파 신호와 베타 신호의 분리 비율을 알아 보았다. 분리 비율을 서로 비교해 보기 위해 PSA 준위를 바꾸어 가면서 각각의 섬광체가

가지는 분리 율을 얻었고, 이에 따라 알킬벤젠(Linear Alkyl Benzene)계 섬광체도 (α, β) 파형 분리에 사용 가능함을 알 수 있었다.

재료와 방법

실험에서 이용한 wallac 1220 Quantulus™ (Perkin Elmer Co.)는 일반적인 LSC의 단점을 보완하여, 매우 낮고 안정한 백그라운드와 알파, 베타 핵종을 동시에 측정할 수 있는 PSA기능을 가지고 있다.

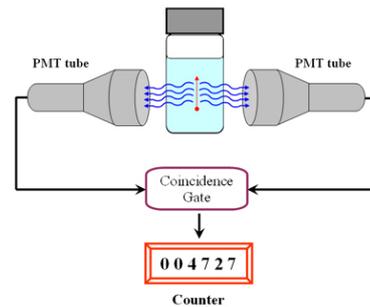


그림 1. 실험 분석에 사용한 측정 장치 개요

PSA기능으로 알파선과 베타선에 의해 생성된 펄스의 형태 차이를 이용하여 이들을 분리할 수 있으므로 한번 측정을 통하여 알파방사능과 베타방사능을 동시에 측정한다. 분석에 사용한 시료용기는 30 mL 용량의 바이얼 병으로, 뚜껑은 알루미늄으로 코팅되어 있어서 라돈(²²⁶Rn)의 손실을 억제하고 잡음신호를 낮출 수 있다.

PSA 준위 설정은 ULTIMA GOLD AB 섬광액 사용에 적합화 되어 있는 120을 설정하여 3 가지 섬광액에서 알파선과 베타선에 의해 생성된 펄스의 총 계측 수를 비교하였다. 라듐(²²⁶Ra)표준선원 용액을 세 가지 섬광액이 담긴 바이얼 병에 각각 동일한 질량으로 넣고 충분히 섞은 후 측정하였다.

결과 및 고찰

PSA 준위를 ULTIMA GOLD AB 섬광액 사용에 적합한 120에 고정시켜 두고 세 종류의 섬광액을 사용한 알파 및 베타선에 의해 생성된 펄스를 비교해 보면 그림 2와 같이 나타났다.

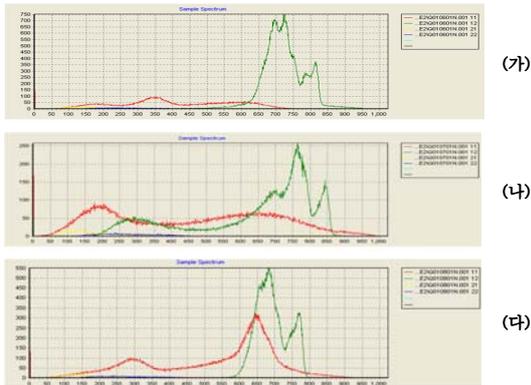


그림 2. PSA준위 120에서 분석된 α, β 선에 의해 생성된 펄스 형태의 비교. (가) ULTIMA GOLD AB 사용 (나) O.F.사용 (다) O.F.O.사용 (나)의 경우 oil성분으로 인해 섬광액과 혼합 정도가 분석에 작용할 수 있다. 녹색 부분이 알파선 적색부분이 베타선에 의한 계측으로 보인다.

ULTIMA GOLD AB를 섬광액 및 O.F.사용, O.F.O.사용한 각각의 PSA준위를 90, 100, 110, 130으로 바꾸어 가면서 분석해 보면 그림 3과 같이 PSA 준위가 달라지면서 알파선으로 분류된 총 계측 수와 베타선

에으로 분류된 총 계측 수를 분석한 결과 ULTIMA GOLD AB의 경우와 O.F 섬광액 사용의 경우는 거의 동일한 값을 보인다. 반면, O.F.O 의 경우는 분리 비율도 낮고 총 계측수도 작을 결과를 보인다.

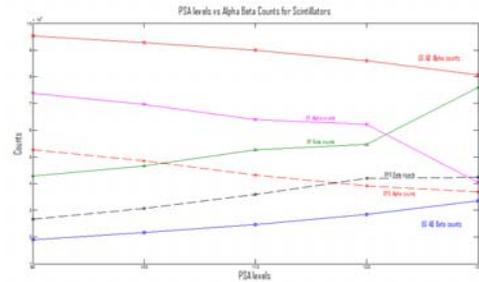


그림 3. PSA 준위 스캔 결과

결론

(n, γ) 분리를 목적으로, 선형 알킬벤젠 (Linear Alkyl Benzene)계 섬광액과, 기존의 ULTIMA GOLD AB를 섬광액을 사용하여 분리율을 비교 분석해본 결과 선형알킬벤젠 계열의 섬광액을 이용할 경우에도 (α, β)파형 분리의 가능성을 보인다. 선형알킬벤젠 (Linear Alkyl Benzene)계 섬광액은 벤젠과 파라핀을 원료로 하며, 분말세제인 음이온 계면활성제 LAS (Linear Alkyl Benzene Sulfonate) 의 주원료로 이용된다. PSA준위 외에 다른 영향을 개선하면 분리 비율과 효율을 높일 수 있고 이에 따라 선형알킬벤젠 계열의 섬광액을 (α, β)파형 분리에 사용할 경우 light output이 높고 흡수길이가 길면서 낮은 비용의 섬광체로 사용 가능하다.