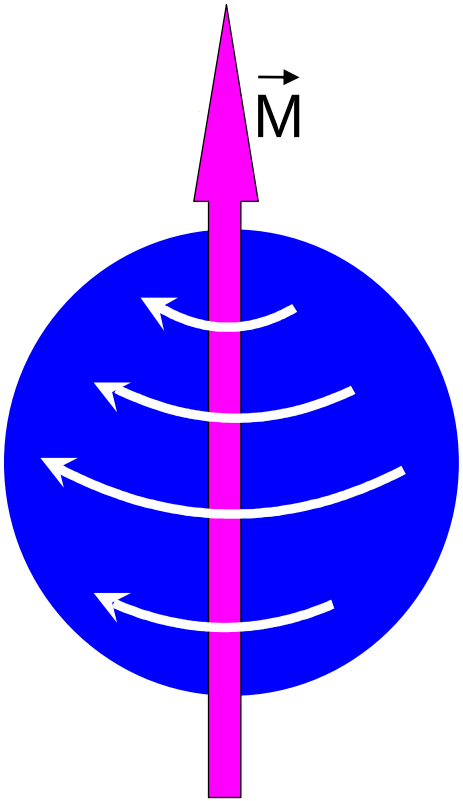
NMR의 원리

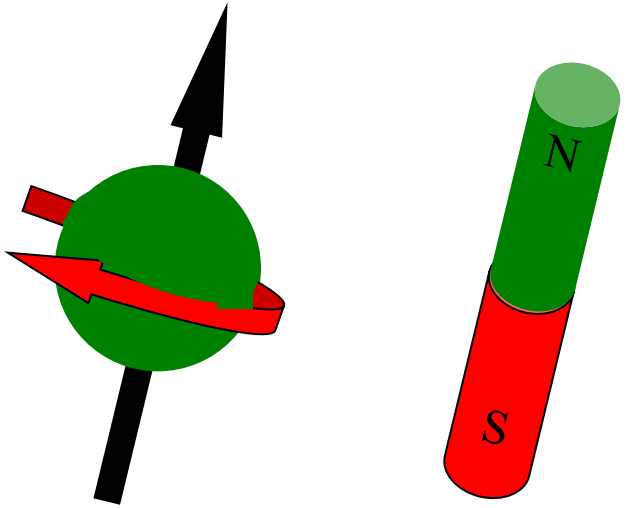
㈜에치엠알 연구소

NMR의 원리 및 이해

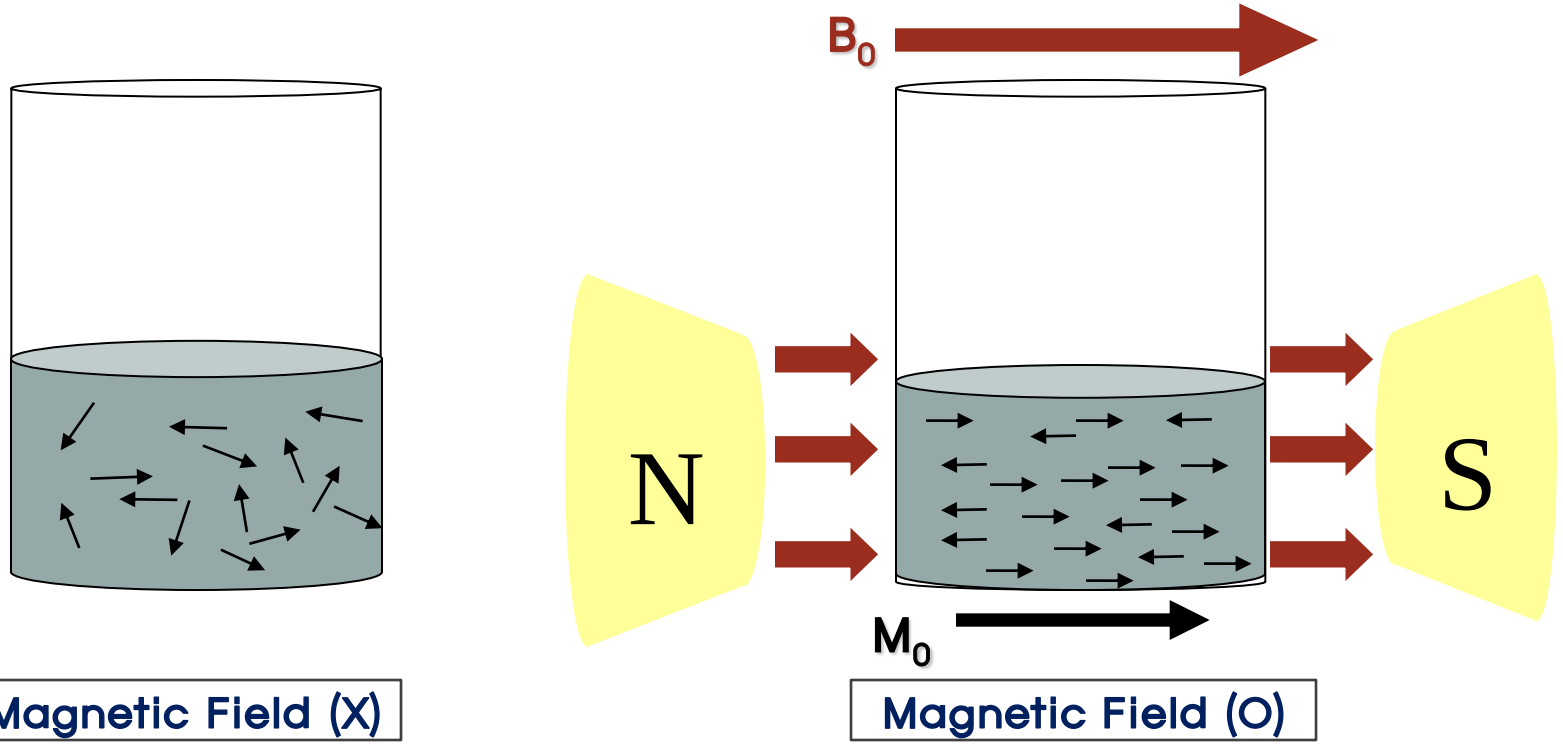


Spinning charged nucleus
generates a magnetic moment

- 원자핵은 모든 물질의 기본
- 원자핵은 회전하는 스핀 성질 가짐
- 홀수 원자수와 홀수 질량을 가지거나 또는 둘 다 홀수인 원자핵은 양자화된 **스핀 각 운동량**과 **자기 모멘트**를 가짐
- 스핀을 가지는 보편적인 핵종
  : ^{1}H, ^{2}H, ^{13}C, ^{14}N, ^{17}O, ^{19}F등

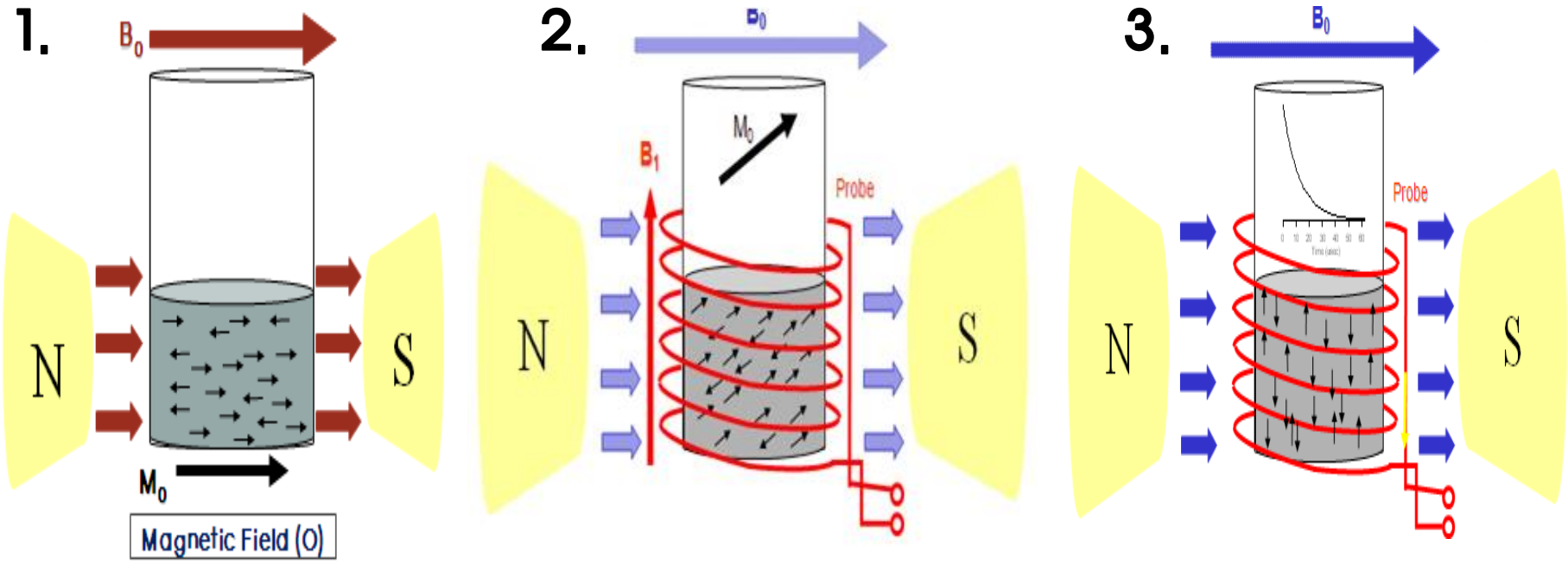


NMR의 원리 및 이해



- 원자핵은 가지고 있는 전하와 스핀으로 인해 자기모멘트 μ를 가지게 됨
  예)수소 핵 : 시계방향(+1/2), 반시계방향(-1/2) 두가지 스핀 가져 모멘트도 반대방향
- 외부자기장에 놓이지 않은 핵들은 랜덤한 방향을 이루며 존재하다가
  외부자기장에 놓이게 되면 핵들은 정렬됨

NMR의 원리 및 이해



1. 외부자기장에 나란히 전자가 놓였을 때
2. 외부자기장과 나란한 핵종이 에너지를 흡수하여 스핀운동의 크기가 점점 커짐
3. 핵의 스핀운동 범위가 점점 커지면서 장비 내 Detector에서 움직임이 감지됨
4. 움직임이 수치로 변환되어 스펙트럼으로 보여짐

NMR의 원리 및 이해

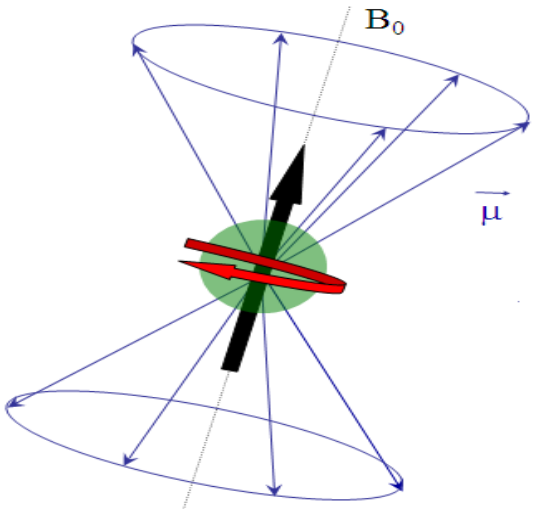
- 외부 에너지 크기 결정은? [Larmor Frequency를 구하라]

$$\omega = \gamma B_0$$

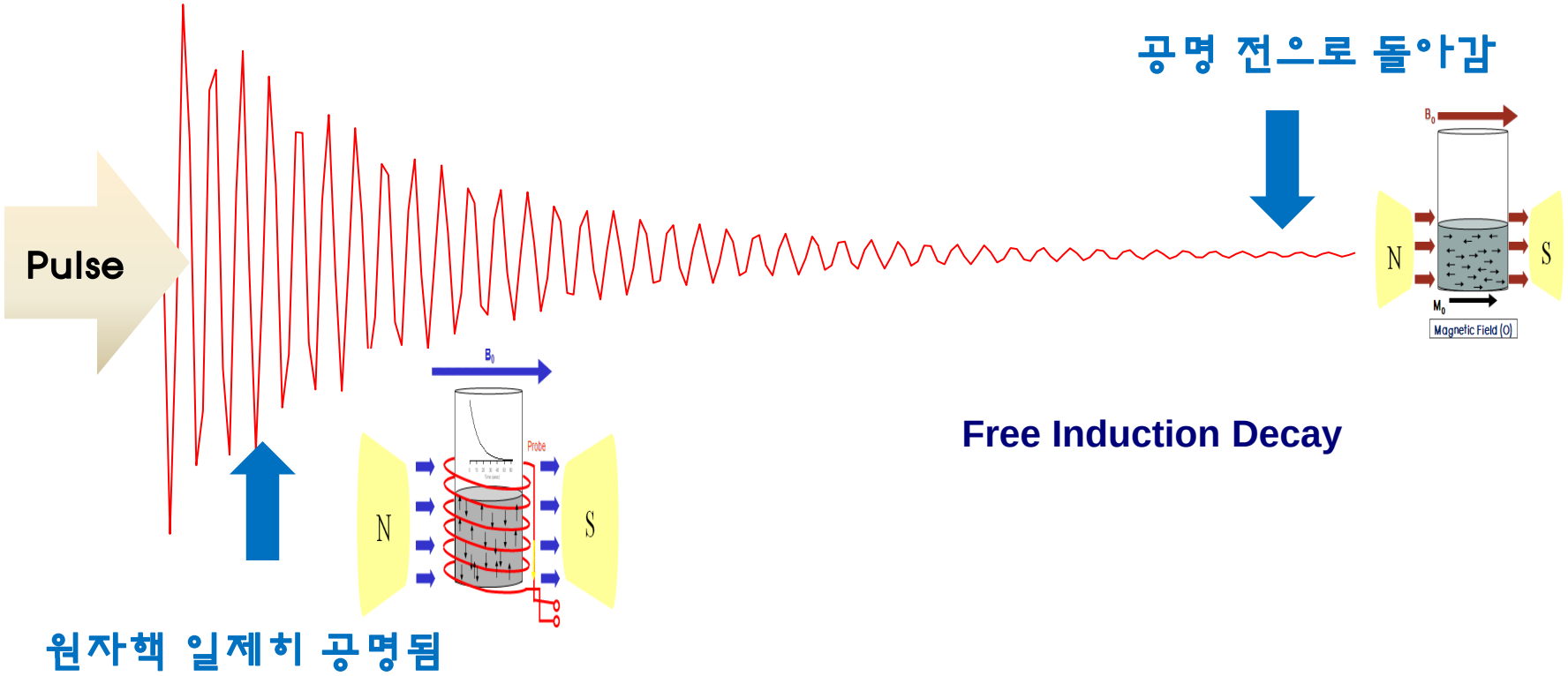
ω : Larmor 주파수, B_0 : 외부자기장, γ : 자기회전비율

▶ Larmor 주파수 : -외부 자장이 걸리면 핵은 자신의 회전축을 중심으로 각 주파수 ω 로 세차운동을 함

- Proton이 세차운동하는 주파수는 걸려준 자장에 직접 비례함
- 핵이 전하를 띄고 있으므로, 세차운동을 하면 같은 주파수의 진동 전기장이 나타나고 **외부에서 이와 동일한 주파수를 Proton에 쪼여주면 그 에너지를 흡수**하여 **스핀의 변화**가 생기는 **공명현상**을 일으킴

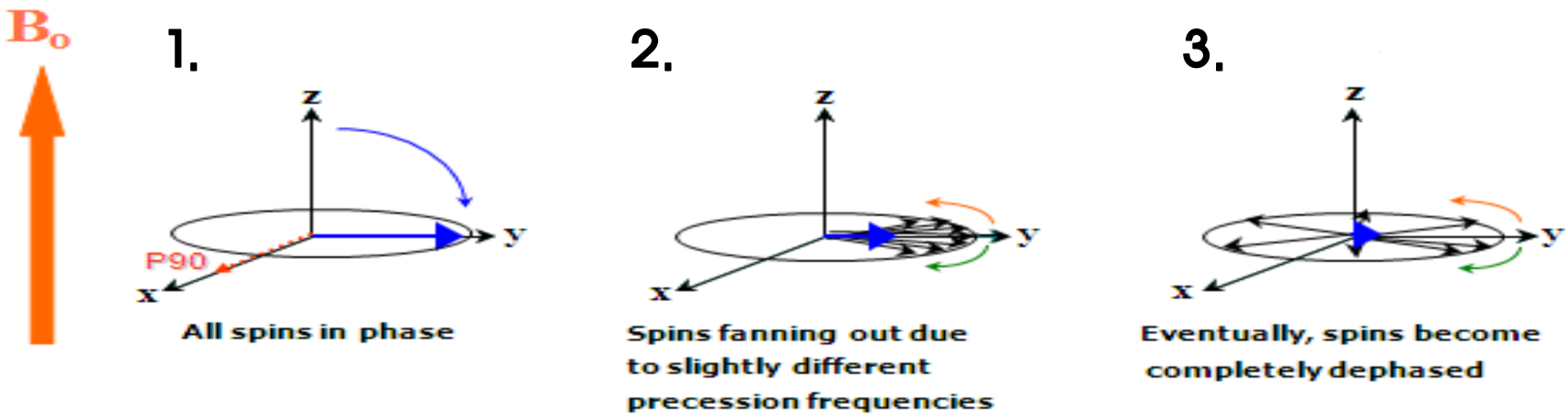


NMR의 원리 및 이해



Pulse(충격파)에 의해 얻어지는 FID (유도자기자유감쇠) 신호는
시료가 일제히 공명한 결과 발생하는 간섭신호임

NMR의 원리 및 이해



P90 + Acq.

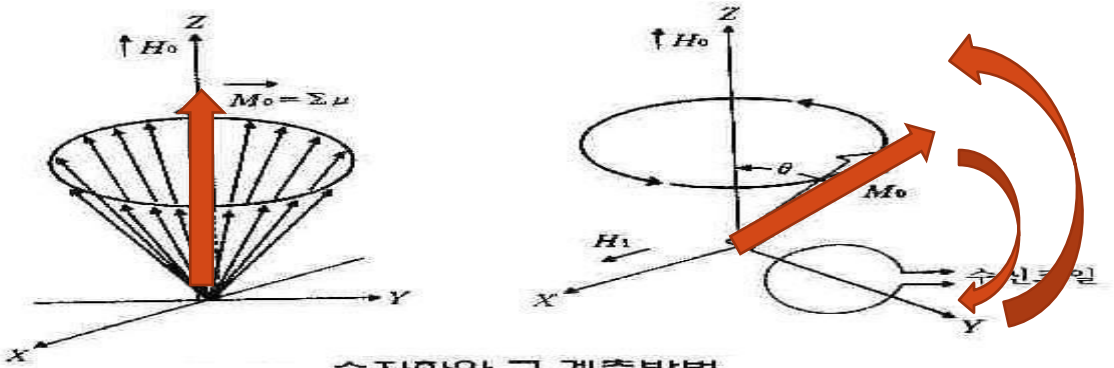
1. z축에 모여있던 핵들은 Pulse가 주어지면 Detector가 있는 y축으로 모임
   (Pulse 가한 후 초반 FID Signal 참조)
2. 핵들마다 조금씩 차이 나는 세차운동주파수에 의해 y축에 모여있던 핵들이
   시간이 지남에 따라 조금씩 이동
3. y축에 걸려있는 핵의 양이 감소하고 Detector에서 감지하는 Signal도
   점차 소멸됨

NMR의 원리 및 이해

- NMR Relaxation(이완현상) 이해

-자기장 내에 놓인 순자화가 외부로부터 주파수 ω_0 의 고주파 자장 H1의 조사를 받으면 순자회 M_0 는 에너지를 흡수하면서 X-Y 평면을 향해 이동

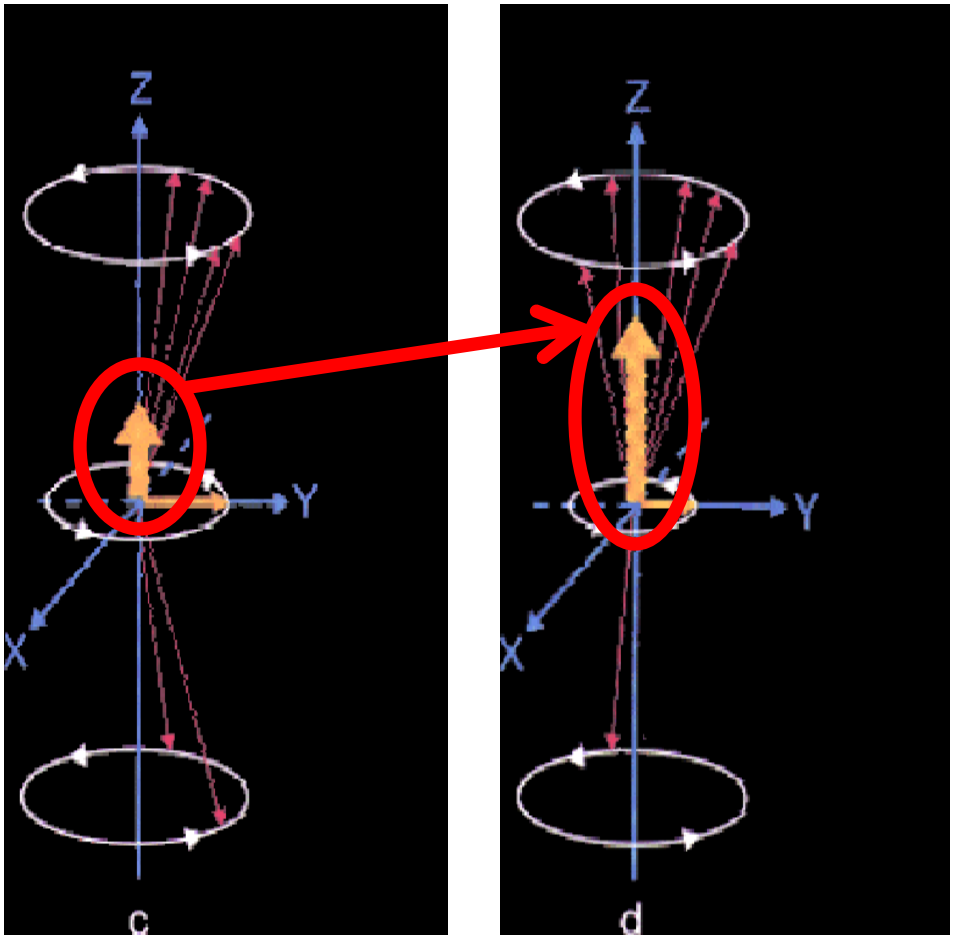
-일정시간 Pulse 가하고 중단하면 그 직후부터 에너지를 방출하면서 원래의 열평형 상태로 돌아감



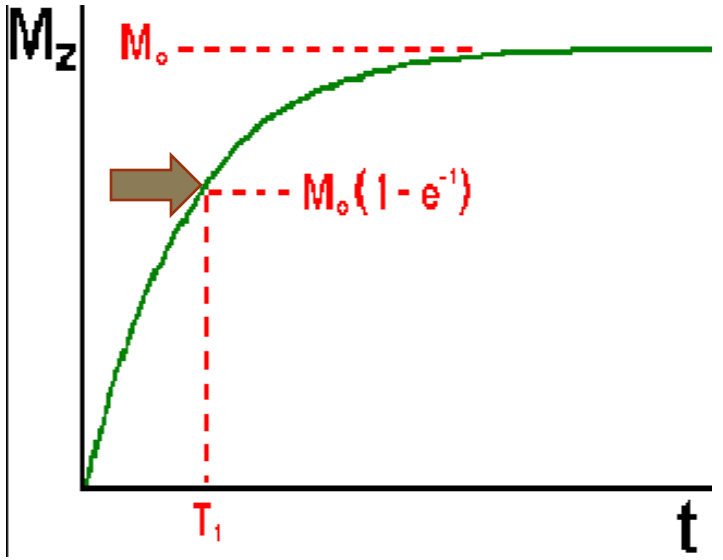
순자화와 그 계측방법

NMR의 원리 및 이해

- T_1 Relaxation Time

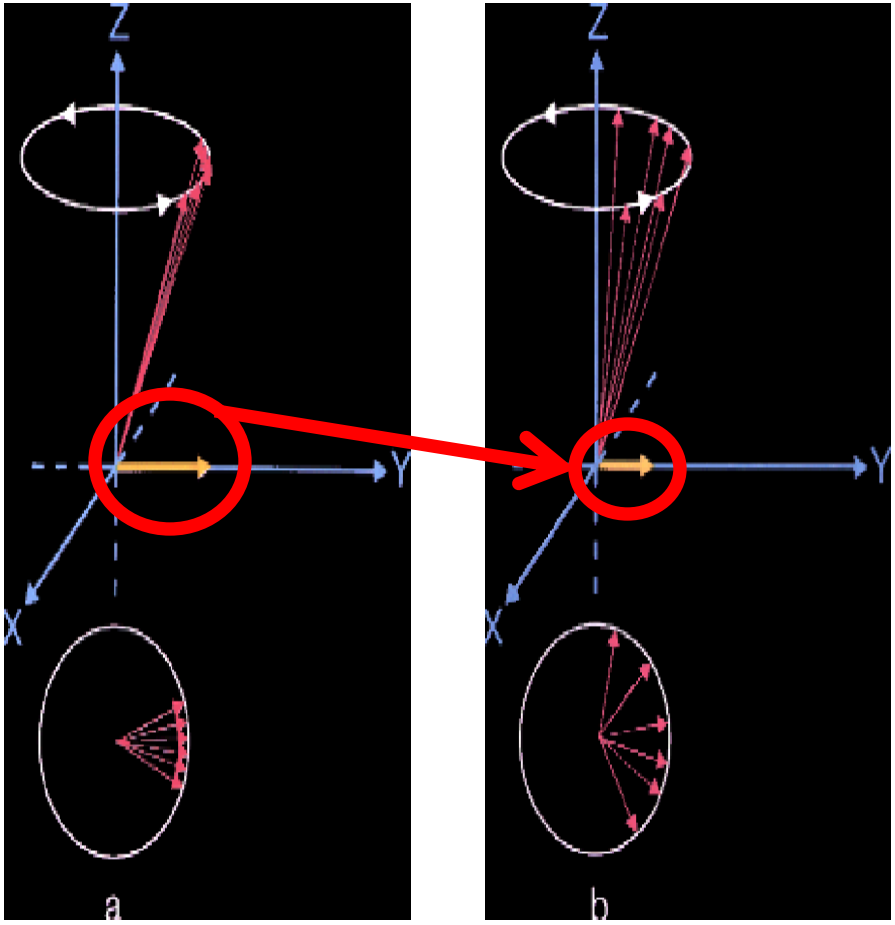


공명된 스핀으로부터 RF pulse를 차단 하였을 때 종자화가 본래 가지고 있던 자화의 63% 까지 도달하는 시간



NMR의 원리 및 이해

- T_2 Relaxation Time



RF pulse를 차단 후 처음 자화의
37% 까지 도달하는 시간

