

A dimly lit classroom with students sitting at desks, viewed from behind. The text "4월 24일 판서 내용" is overlaid in the center.

4월 24일 판서 내용

(1) 보어 모형의 한계

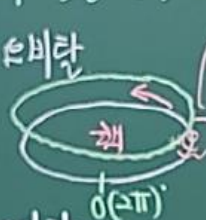
보이 원형도 보충 → 전 우형

- 슈뢰딩거(\hat{H})의 방정식 슈뢰딩거 방정식
 - 파동함수 방정식
- 슈뢰딩거(\hat{H})의 방정식 슈뢰딩거 방정식
 - 파동함수 방정식
- 슈뢰딩거(\hat{H})의 방정식 슈뢰딩거 방정식
 - 파동함수 방정식

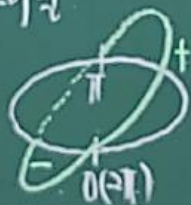
① 2비트(非線)

二 張 崇 忠 盛

- ① S 대비



- ② 9 배학



$$\text{○ } \frac{2\pi \epsilon_0}{h} \Gamma_k = \frac{p^2}{2m}$$

$$E_K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_0 v} \rightarrow 0$$

→ 양자 & 파동 $\rightarrow \lambda = \infty$

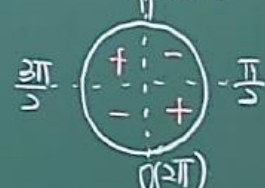
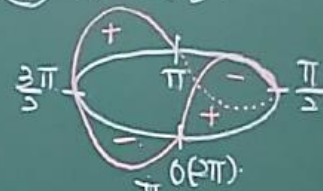
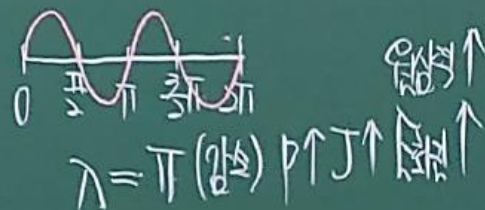
각 좌석 = 0개

$$\uparrow J = p \times r, p = \frac{J}{r}$$

$$E_k = \frac{p^2}{2m} > 0 \quad \text{각 } |a| = |a|$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_e v} > 0$$

- ② d. $\frac{1}{2}$ 배탈

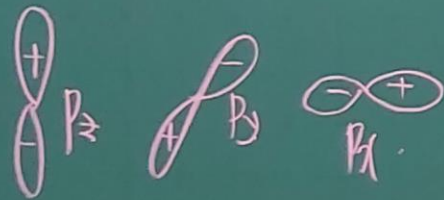

$$\text{3) } \text{마디}(\frac{n}{2}) = 2개$$


㉠ s 오비탈 (s 원자 오비탈 = s 원자 궤도함수)

- 방향성 X, 동일한 r에 대해서 함수 값이 동일함
 (함수 값도, 함수)

㉡ p 오비탈과 d 오비탈

- 방향성 O, 원심력의 추가적 증가, 특정한 모양의
 함수 값을 가짐
 - 동일한 r에 대해서 함수 값이 다름



* <동어>

Eigen function

◦ 함수 값 함수 = Ψ (파동함수, 고유 함수)

ex) 직함수: sin 함수, cos 함수

sin 0 + cos 0 의 항성 함수

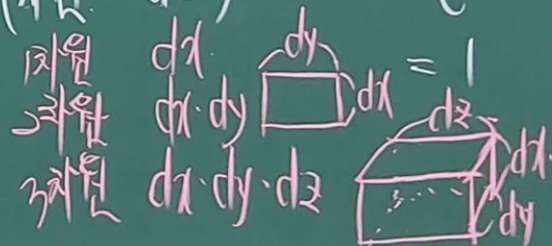
* 복소함수: $e^{\pm i k x} = \cos kx \pm i \sin kx$

◦ 함수 값: $|\Psi|^2 = \Psi^* \cdot \Psi$

= 차원 상의 함수 = $(e^{i k x})^* \cdot e^{i k x} = e^{-i k x} \cdot e^{i k x}$
 $= \frac{1}{e^{i k x}} \cdot e^{i k x}$

정확히
표현
(표시)

◦ 함수: $|\Psi|^2 \times (\text{차원} = d\tau)$



(3) 양자수

에너지 준위(껍)과 전자의 상태를 숫자 표시

① 1 전자 계 (수소원 원자, $Z \geq 1$) n, l, m_l

② 주양자수 ($n=1, 2, \dots, \infty$) 어떤 값도 가질 수 있음 \Rightarrow 껍 양자수

③ n 1 2 3 4 5 6 표기
껍질명 K L M N O P

④ 에너지 준위의 수 $= n^2$ (각 껍질당)

⑤ 각 껍질당 전자의 최대 수는 $2 \times n^2$ 밑도

⑥ $r_n = \frac{a_0}{Z} \times n^2$ (가장 바깥쪽 껍질)
 $a_0 = \text{Bohr 반지름} (5.29 \text{ pm})$

⑦ 부양자수 (=방위양자수, 각운동량 양자수, l)

⑧ $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$ (에너지 준위가 높을수록) \times 원싹 증가

⑨ 오비탈의 모양을 결정

⑩	l	0	1	2	3	4
기호	s	p	d	f	g	
	<hr/>					
각운동량 양자수	0	1	2	3	4	
↑						
(값)						

⑪ 전자가 껍질 (에너지 준위)에 전자가 들어있을

\rightarrow 놓고 있음!

⑫ $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$ ($2l+1$ 개) 에너지 준위

⑬ 각운동량 자기 양자수 m_s (스핀)

⑭ 궤도함수의 방향을 결정 (스핀 상향 = 스핀 하향)

⑮ 전자의 스핀 방향



⑯ $l=0$ $m_l=0$ (1개)

$l=1$ $m_l = +1, 0, -1$ (3개)

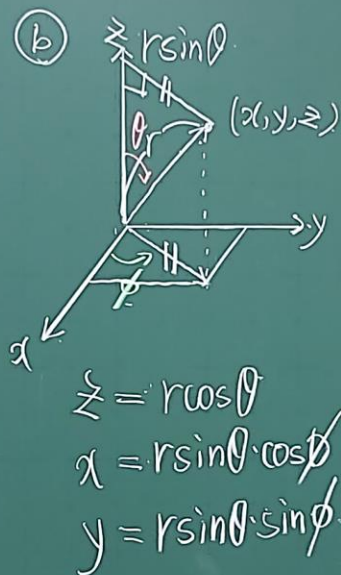
㉠ 1. 원자계의 파동함수 보기

$$\Psi_{n,l,m_l}(r,\theta,\phi) = R_{n,l}(r) \times Y_{l,m_l}(\theta,\phi)$$

거리 의존 함수
= 방사형 파동함수
= 방사상 파동함수

㉡ $0 < r < \infty$, $0 \leq \theta \leq \pi$, $0 \leq \phi \leq 2\pi$

z 축에서 거울한 정도
 xy 평면에서 z 축을
기준에서 관성계 방향으로
회전한 정도.



㉣ $n=1, l=0, m_l=0$

$$\Psi_{1,0,0}(r,\theta,\phi) = 2 \cdot \left(\frac{z}{a_0}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\frac{z}{a_0} r} \times \left(\frac{1}{4\pi}\right)^{\frac{1}{2}} (\sin \theta)^0 \cdot e^{i \cdot 0 \cdot \phi}$$

n, l, m_l

원자 파도의 수
= 각 파도의 수 (0)
+ 방사상 파도의 수 (0)
= 0
= $l + (n - l - 1)$
= $n - 1$ ($n=1, \dots$)

$l=0$
= $n - l - 1$
= $n - 0 - 1$
= 0
 $\therefore n=1$

방사상 파도의 수
= 방사상 파도의 수
= $n - l - 1$
= 0차

④ $n=2$ ($n^2=2^2=4$ 개 계승함수)

1) $n=2$ $l=0$ $m_l=0$ (2s 전자함수)

$$\Psi_{2,0,0}(r,\theta,\phi) = \frac{1}{2\sqrt{2}} \left(\frac{2}{a_0}\right)^{3/2} \cdot 1 \cdot \left(2 - \frac{2}{a_0}r\right) \cdot e^{-\frac{2}{a_0}r} \times \left(\frac{1}{4\pi}\right)^{1/2} \frac{(\sin\theta)^0 \cdot e^{i \cdot 0 \cdot \phi}}{1 \times 1}$$

\downarrow $l=0$ \downarrow $\text{각지향} = 1$
 $= \frac{n-l-1}{2} \cdot (0)$

2) $n=2$ $l=1$ $m_l=0, \pm 1$

1) $n=2, l=1, m_l=0$

$$\Psi_{2,1,0}(r,\theta,\phi) = \frac{1}{2\sqrt{6}} \left(\frac{2}{a_0}\right)^{5/2} \cdot r \cdot 1 \cdot e^{-\frac{2}{a_0}r} \times \left(\frac{2}{4\pi}\right)^{1/2} \cdot (\cos\theta)^1 \cdot e^{i \cdot 0 \cdot \phi}$$

\downarrow $l=1$ \downarrow $\text{각지향} = 0$ \downarrow $m_l=0$
 $= 2P_0$ $= \frac{n-l-1}{2} \cdot (1)$

2) $n=2, l=1, m_l=+1$


$$\Psi_{2,1,1}(r,\theta,\phi) = \frac{1}{2\sqrt{6}} \left(\frac{2}{a_0}\right)^{5/2} \cdot r \cdot 1 \cdot e^{-\frac{2}{a_0}r} \times \left(\frac{2}{8\pi}\right)^{1/2} \cdot (\sin\theta)^1 \cdot e^{i \cdot 1 \cdot \phi}$$

\downarrow $m_l=+1$

3) $n=2, l=1, m_l=-1$

$$\Psi_{2,1,-1}(r,\theta,\phi) = \frac{1}{2\sqrt{6}} \left(\frac{2}{a_0}\right)^{5/2} \cdot r \cdot 1 \cdot e^{-\frac{2}{a_0}r} \times \left(\frac{2}{8\pi}\right)^{1/2} \cdot \sin\theta \cdot e^{-i \cdot 1 \cdot \phi}$$

2) $\Rightarrow R_2, \Rightarrow P_2, \Rightarrow Q_2$?

1) $\Rightarrow R_2 \equiv \Psi_{2,1,0} = R_{2,1}(r) \times \left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} \cdot \underbrace{\cos\theta}_{\theta=0 \rightarrow \pi}$  \Rightarrow π 결합

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(Y_{1,1} + Y_{1,-1}) = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ \left(\frac{2}{3}\right)^{1/2} \sin\theta (\cos\phi + i\cancel{\sin\phi} + \cos\phi - i\cancel{\sin\phi}) \right\}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2i}} \left\{ \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \sin \theta \left(\cos \phi + i \sin \phi - \cos \phi + i \sin \phi \right) \right\} = \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{\sin \theta \cdot \cos \phi}{1} \quad \text{13 86}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \left(\frac{3}{4} \right)^{1/2} \sin \theta \sin \phi$$

1) $n=2, l=1, m_l=0$

$$\psi_{2,1,0}(r,\theta,\phi) = \frac{1}{\sqrt{36}} \left(\frac{3}{a_0}\right)^{5/2} \cdot \underbrace{r^2}_{r^l=1} \cdot \underbrace{1}_{\text{3차항}} \cdot e^{-\frac{3r}{2a_0}} \times \left(\frac{3}{4\pi}\right)^{1/2} \cdot \underbrace{(\cos\theta)^1}_{\sqrt{1-\sin^2\theta}} \cdot \underbrace{e^{i \cdot 0 \cdot \phi}}_{1}$$

$2p_{mL}$

$$= 2p_0$$

$$\Psi_{2,1,1}(r, \theta, \phi) = \frac{1}{\sqrt{6}} \left(\frac{a_0}{a_0} \right)^{5/2} r^1 \cdot 1 \cdot e^{-\frac{2}{a_0} r} \times \left(\frac{3}{8\pi} \right)^{1/2} (\sin \theta)^1 \cdot e^{2 \times 1 \cdot \phi}$$

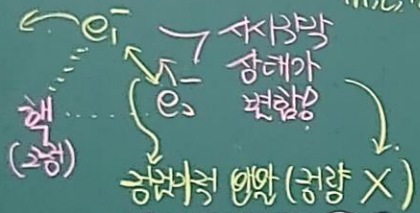
$$r) n=2, l=1, m_l=-1$$

$$\Psi_{2,1,-1}(r,\theta,\phi) = \frac{1}{2\sqrt{6}} \left(\frac{a_0}{r}\right)^{5/2} \cdot r' \cdot 1 \cdot e^{-\frac{2}{a_0}r} \times \left(\frac{a}{8\pi}\right)^{1/2} \cdot \sin\theta \cdot e^{i\phi}$$

||
2p-1

② 2전자계 또는 2전자계 이상

$$\textcircled{1} \Psi(e_1, e_2) \equiv \psi_{n, l, m_l, m_s}(r_{e_1}) \times \psi_{n, l, m_l, m_s}(r_{e_2})$$



② 추가적인 (두 가지만 존재) 조건
 파울리 배타 원리

수소원자를 이용한 슈뢰딩거 방정식

③ 스핀 양자수 (S) : $S \equiv \frac{1}{2}$ (자전 방식)

④ 스핀 자기 양자수 (m_s)

⑤ $m_s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
 α 전자 β 전자

③ 다전자 원자의 전자 배치를 표현

(3) 에너지의 에너지 준위

① 수소 원자 또는 수소꼴 원자

② n (주양자수)에 따른 에너지 준위 (원래의 에너지)

③ n 과 l 에 따른 에너지 준위 (원래의 에너지 - 원자 번호)

④ 다전자 원자의 에너지 준위 (실험 결과)

⑤ n (주양자수)와 l (부양자수)의 에너지 준위

⑥ Aufbau 원리 (쌓음 원리) p. 12

에너지 준위는 원자 번호가 가장 작은 것부터 채워진다!
 상태를 변화하는 때에 따라 채워진다!

10족
 $\text{Ni } 3d^8 4s^2$
 $\text{Pd } 4d^9 5s^1$
 $\text{Pt } 5d^9 6s^1$

(에너지 준위)
 ① n 값이 클수록 에너지 준위가 높음?
 ② n 값이 동일하다면, l 값이 클수록 에너지 준위가 높음?

③ $n+l$ 값이 클수록 에너지 준위가 높음

④ $n+l = n' + l' = 5$
 3d 4p
 (2) (1)

↓ ↑
 4s 3d
 ⇒ n 값이 클수록 에너지 준위가 낮음

⑤ 4s vs 3d
 4+0 vs 3+2
 =4 =5

㉔ Pauli의 **배타** 원리 최대

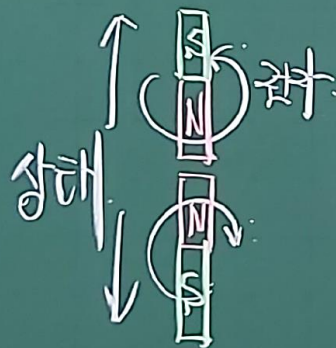
동일한 에너지에 전자가 **그개** 채워질 때
 그 전자의 스핀 상태는 반드시 서로

반대방향으로 존재해야 함! (구분 가능)

구분 가능 { ○ 겹 전자 배치 (스핀 고려 X) (초기)
○

↻ 반시계 방향
 ↻ 시계 방향

2개 상태



} fermion
 (반입자)

