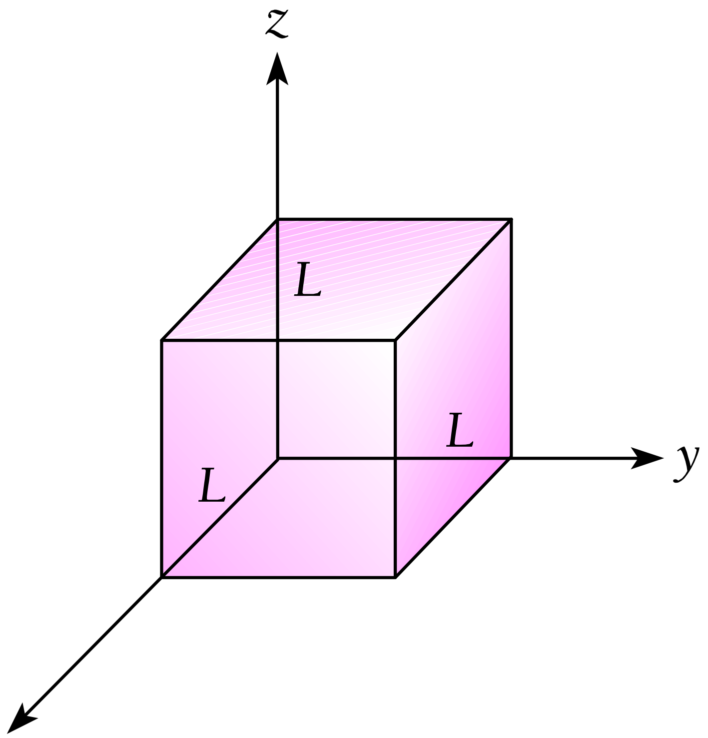
Three-Dimensional Quantum Well (Quantum Dot)

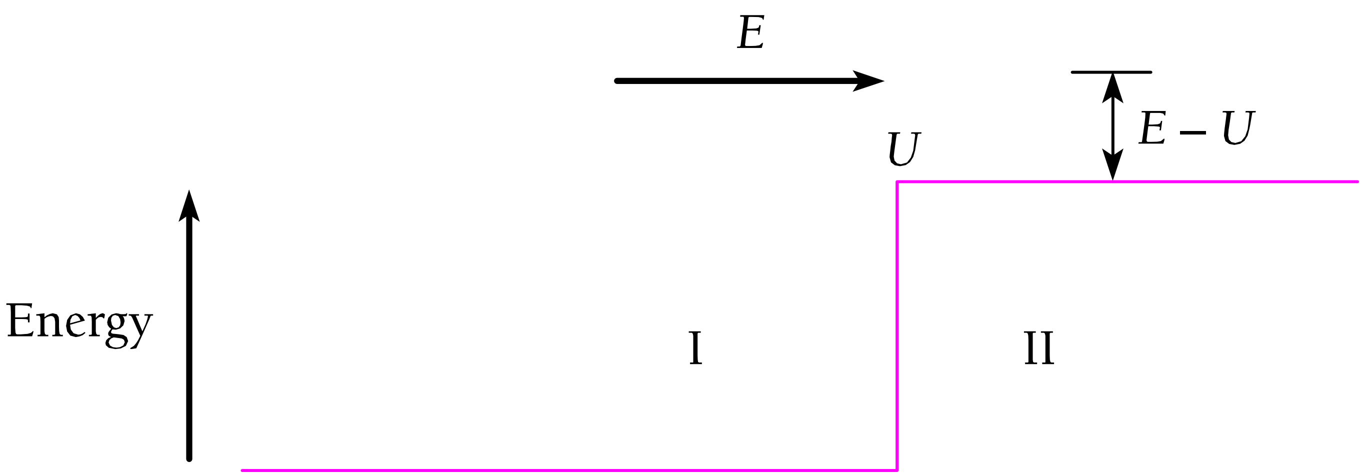


Degeneracy

축제

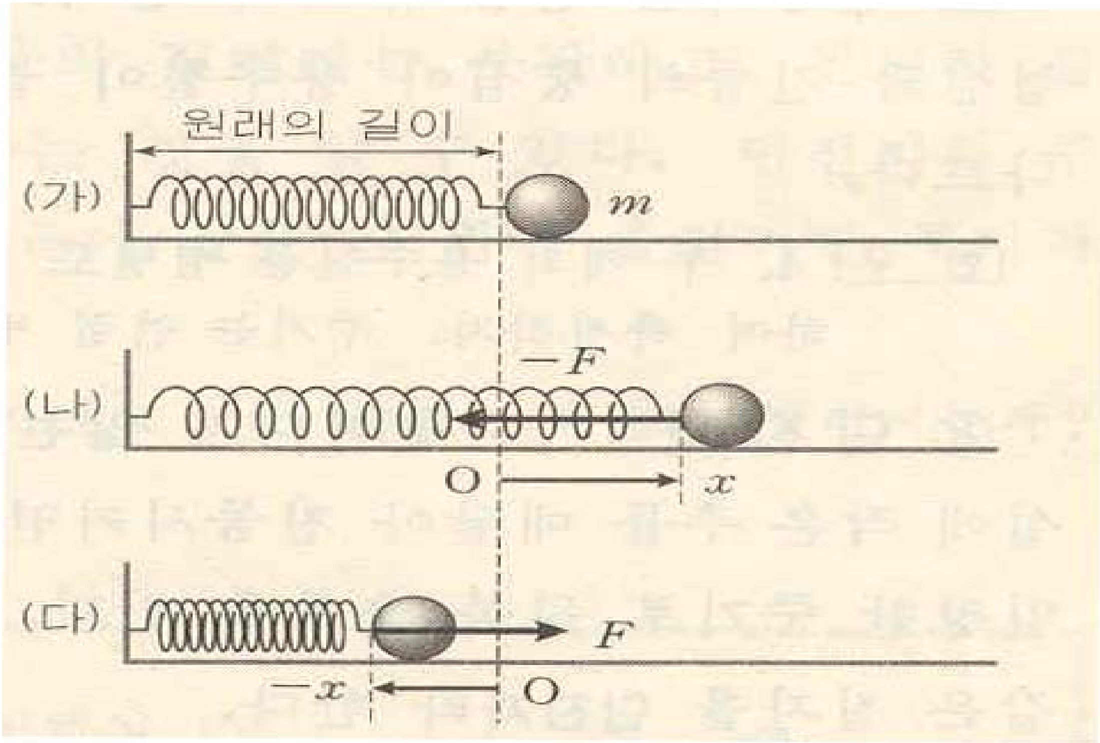
그림 5.18 정육면체 상자.

Potential Step



숙제

Harmonic Oscillator (조화진동자)



$$F = -kx = m\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$H = \frac{p^2}{2m} + \frac{m\omega^2x^2}{2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

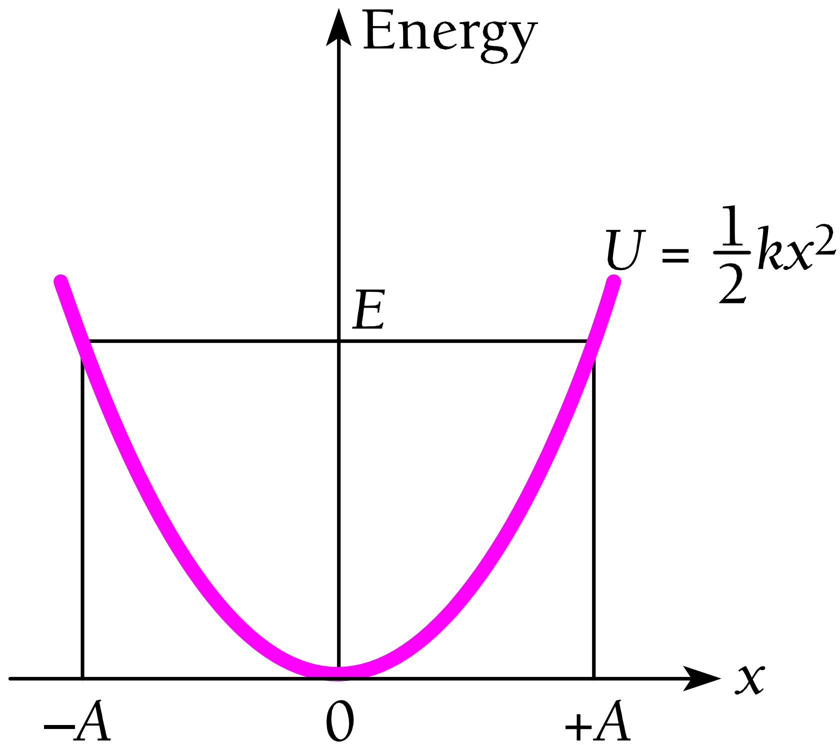
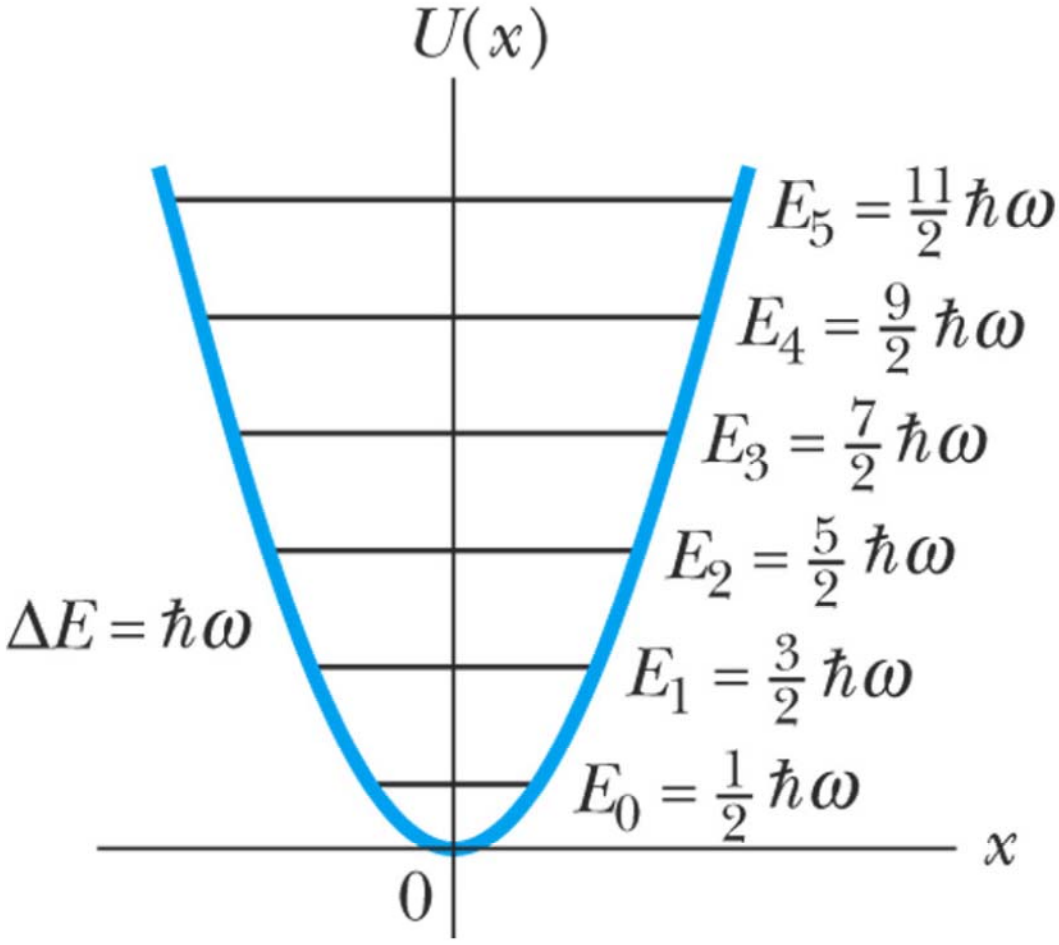


그림 5.10 조화 진동자의 퍼텐셜 에너지는 평형 위치로부터의 변위인 x의 제곱, 즉 x^2에 비례한다. 운동의 진폭 A는 고전적으로는 어떤 값이라도 다 가질 수 있는 진동자의 총 에너지 E에 의해 결정된다.



$$E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right)h\nu,$$

$$n = 0, 1, 2, 3, \cdots$$

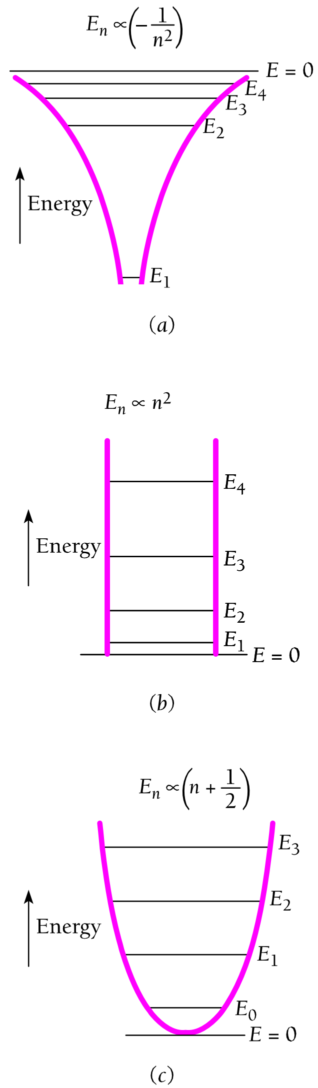
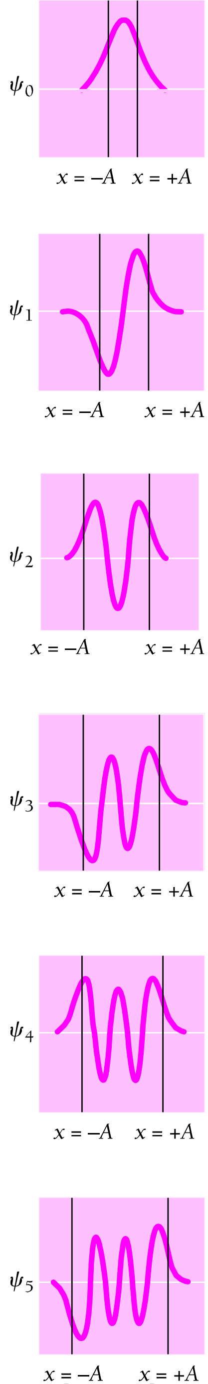


그림 5.11 퍼텐셜 우물과 에너지 준위 (a) 수소원자, (b) 상자 안의 입자 (c) 조화 진동자. 각 경우에서 에너지 준위는 서로 다른 방법으로 양자수 n에 의존한다. 조화 진동자만이 일정한 간격의 에너지 준위를 가진다.



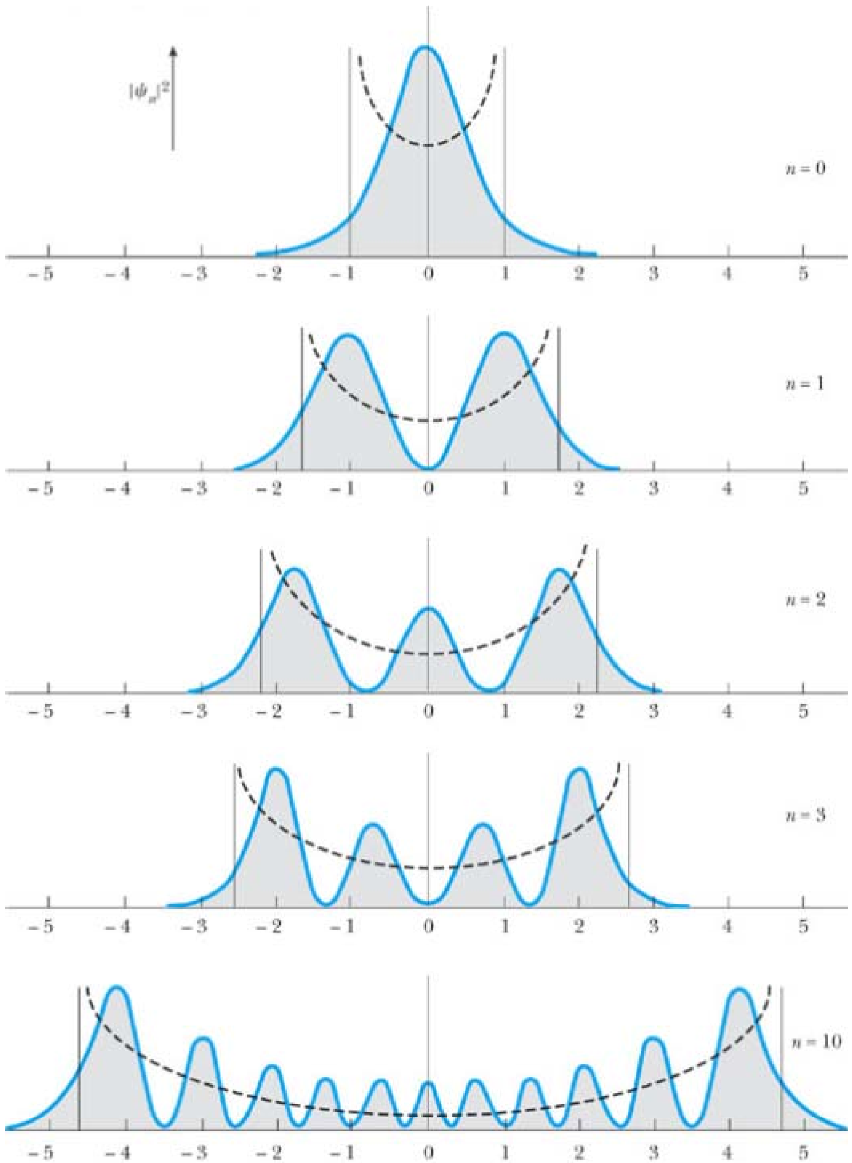
$$\psi_n = \left(\frac{2m\nu}{\hbar}\right)^{1/4} \left(2^n n!\right)^{-1/2} H_n(y) e^{-y^2/2}$$

$$y = \sqrt{\frac{2\pi m\nu}{\hbar}}\, x$$

표 5.2 몇개의 Hermite 다항식

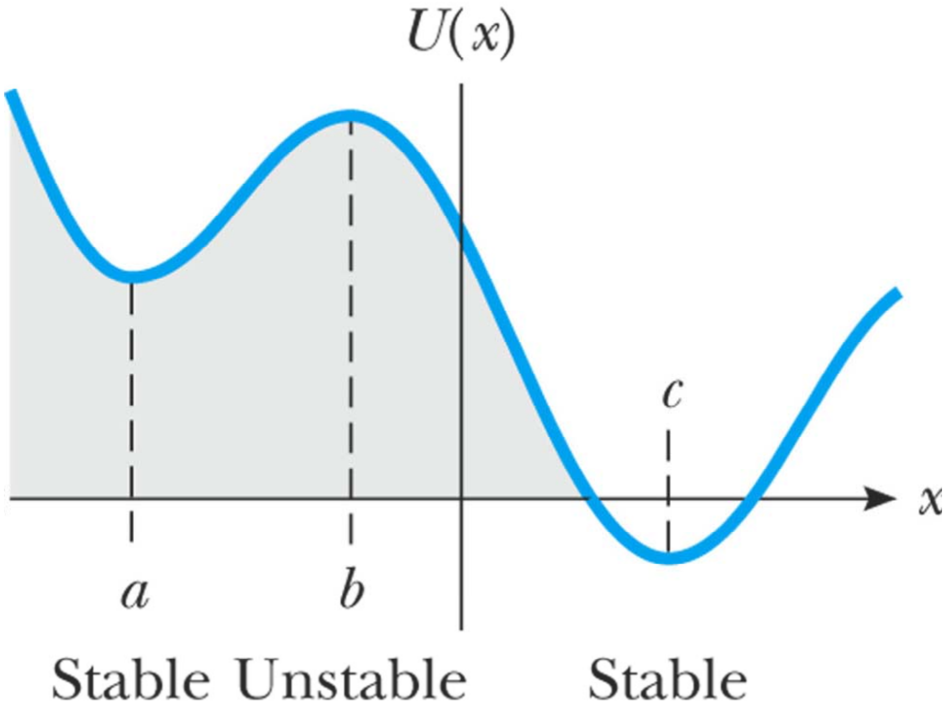
n	$H_n(y)$	α_n	E_n
0	1	1	$\frac{1}{2}h\nu$
1	2y	3	$\frac{3}{2}h\nu$
2	$4y^2 - 2$	5	$\frac{5}{2}h\nu$
3	$8y^3 - 12y$	7	$\frac{7}{2}h\nu$
4	$16y^4 - 48y^2 + 12$	9	$\frac{9}{2}h\nu$
5	$32y^5 - 160y^3 + 120y$	11	$\frac{1}{2}h\nu$

그림 5.12 처음부터 여섯 번째까지의 조화 진동자 파동함수. 수직선은 같은 에너지를 가진 고전 진동자가 진동할 수 있는 경계를 나타낸다.



$|\psi_n|^2$
$n = 0$
$n = 1$
$n = 2$
$n = 3$
$n = 10$
−5 −4 −3 −2 −1 0 1 2 3 4 5

Why Harmonic Oscillator is so Important



$$F(x) = F_{x=0} + \left(\frac{dF}{dx}\right)_{x=0} x + \frac{1}{2}\left(\frac{d^2F}{dx^2}\right)_{x=0} x^2 + \cdots$$

$$F(x) = \left(\frac{dF}{dx}\right)_{x=0} x$$

$$U(x) = -\int_0^x F(x)dx = \frac{1}{2}kx^2$$

Feynman

Richard P. Feynman
(1918-1988)

"The theory of quantum electrodynamics describes Nature as absurd from the point of view of common sense. And it fully agrees with experiment. So I hope you can accept Nature as She is - absurd.”