

2010년도 고급물리학 선발 및 일반
물리학 면제 시험 (2010. 2. 17 수요일)

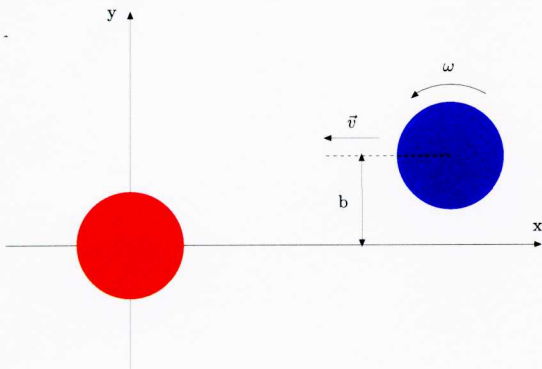
숫자로 답이 나오는 6곳에서 유효숫자
2자리만 쓰고, 이곳 중 4곳 이상 유효
숫자를 맞게 답한 경우 2점을 추가로 더함.

중력가속도: 적도의 바다표면에서 아래
방향으로 $g=10[\text{m/s}^2]$.
뉴턴의 중력상수: $G=6.7 \times 10^{-11} [\text{Nm}^2/\text{kg}^2]$.
기체상수: $R=8.3 [\text{J/mol}^\circ\text{K}]$.
균일한 밀도로 이루어진 강체의 CM 중심에
대한 회전관성:

$$\text{Line segment: } I=(1/12)ML^2$$

$$\text{Sphere: } I=(2/5)MR^2$$

1.[충돌] 그림과 같이 2차원 평면상에서
마찰 없이 움직이는 균일한 밀도로
이루어진 두 원판(Disk)을 생각해 보자. 두
원판은 모두 질량은 M 반지름은 R 이다.
초기에 둘 중 한 원판은 중심에 정지해
있고, 다른 한 원판은 그 중심이
 x -축으로부터 b 만큼 떨어져 $\vec{v} = -v\hat{x}$ 의
속도로 움직이고 있으며 각속도 $\vec{\omega} = \omega\hat{z}$ 로
회전하고 있다.



(가) [10] 두 원판 사이에 마찰이 없을
때, 충돌 후의 운동을 기술하라.

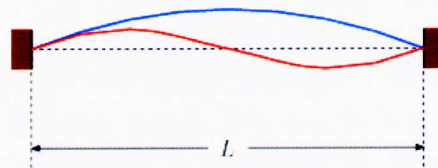
(나) [10] 두 원판이 서로 미끄러지지
않는다고 가정했을 때, 충돌 후의 운동을
기술하는 물리량을 모두 적고, 이를 구하는
데 필요한 방정식들을 써라.

(다) [10] 위의 두 경우에 대해, 총
각운동량이 보존되는가?

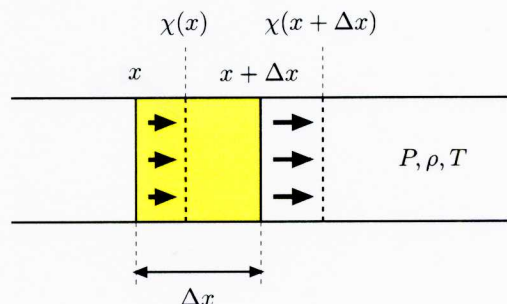
2.[기체, 진동 및 파동]

(가) [10] 몰당 등압비열(c_p) 및
등적비열(c_v)을 정의하고, 단원자분자
기체에 대해 c_p/c_v 를 계산하라. 또한,
단원자 분자 n 몰이 단열 팽창 시,
압력(p)-부피(V) 관계식을 유도하라.

(나) [10] 선질량 밀도 μ , 장력 T 인
현에서, 요동이 전파되는 속도를 단지
변수의 공학적 차원을 고려하여 구하라.
뉴턴의 힘의 법칙을 사용하면 역시 그 답이
맞음을 확인하라. 이제, 다음 그림처럼 길이
 L , 선질량 밀도 μ , 장력 T 인 양 끝이
고정된 현에서, 고유 진동수는 얼마로
나오는가?



(다) [10] 다음 그림처럼 온도 T , 압력 p ,
밀도 ρ 인 단원자 분자 기체가 무한히 긴
원통에 차 있다. 이제 조그만 요동을 주어
음파가 $+x$ 방향으로 전파한다. 이 음파가
만족하는 방정식을 적고, 음파의 속도를
위에 적은 변수들로 표시하라.



3.[힘, 중력]

(가) [10] 다음 그림과 같이 달이 지구
주위를 공전하며 자전하는 상황을

생각하자. 달의 크기가 0이 아니므로 차등 중력에 의해 달을 신장시키는 기조력이 존재한다. 이 크기를 계산하라. 달의 지름은 d , 지구와 달의 질량은 각각 M 과 m , 그리고 지구와 달 사이의 거리는 R 이라고 하자. (단, 지구는 그 질량이 달보다 충분히 무거워 중심에 고정되어 있다고 가정한다.)

(나) [15] 현재 관측되는 달은 그 공전 주기와 자전 주기가 같다. 만약 그렇지 않은 상황이었다면, 달과 같이 자전하는 좌표계에서 봤을 때, 달이 신장되는 방향 (관성 모멘트의 축) 이 계속해서 바뀌게 된다. 이러한 지속적인 변형에 의해 에너지가 손실되며 토크가 가해지는데, 우리는 이를 달 표면에서 표면에 접하는 방향의 마찰력 f 로 나타내겠다. 달이 신장되는 방향과 지구 중심방향의 차이를 각도 θ 로 나타내자. 이를 마찰력 f 와 기조력으로 나타내 보아라.

(다) [15] 달의 자전 각운동량과 공전 각운동량의 시간에 따른 변화를 결정하는 식을 써라. 총 각운동량은 보존되는가? f 가 공전 각속도와 자전 각속도의 차이에 비례한다고 가정했을 때, 즉 $f = \alpha(\omega - \Omega)$ 일 때, 각속도의 차이의 시간에 따른 변화를 구하라. (여기서, 달은 밀도가 균일한 구라고 생각한다.) 공전 주기와 자전 주기가 하루 차이던 때부터 현재까지 얼마만큼의 에너지 손실이 생겼는가?

