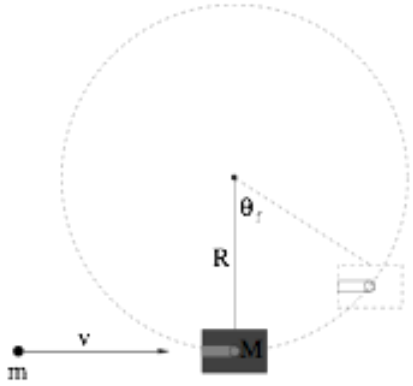
2014 년도 고급물리학 선발 및 일반물리학 면제 시험 (2014. 2. 17 월요일)

1. [그림 1]과 같이 질량 M 의 물체가 길이 R 의 실에 매달려 있다. 이 때 질량 m, 속력 v 의 물체가 [그림 1]에서와 같이 다가와 비탄성충돌을 한다.

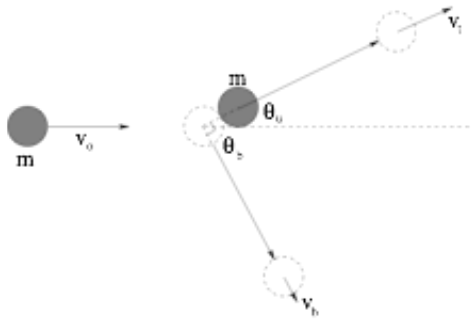


[그림 1]

끈이 원의 중심에 고정되어 있을 때, 다음의 질문에 답하라.

(1) 두 물체가 충돌 후 가장 높이 올라갔을 때의 높이와 시간를 구하라. (이 문제를 위해 변화되는 진폭은 충분히 작다고 가정하라.)
(2) 충돌 후 물체가 원궤도 운동을 하기 위한 최저 속력 v0 를 구하라.
(3) 실 대신 강체의 막대로 연결된 경우 원궤도 운동을 하기 위한 최저 속력 v1 은 어떻게 다른가? 그 이유를 설명하라.

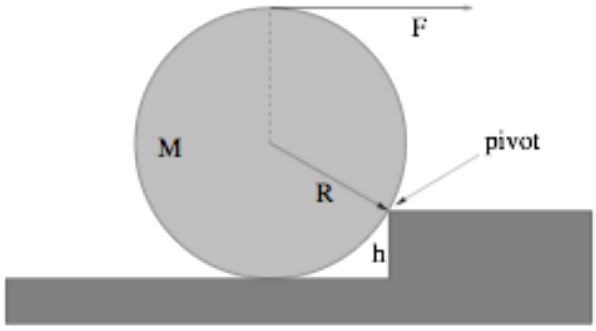
2. [그림 2]와 같이 같은 질량을 가진 두 개의 당구공이 완전탄성충돌을 하였다.



[그림 2]

(1) 에너지와 운동량 보존 법칙을 이용하여 충돌 전후 속도 사이의 관계식을 적어라.
(2) 당구공 하나는 정지해 있고, 다른 당구공이 v0 의 속력으로 다가와 충돌하였다면 충돌 후 두 공이 진행하는 방향 사이의 각도는?

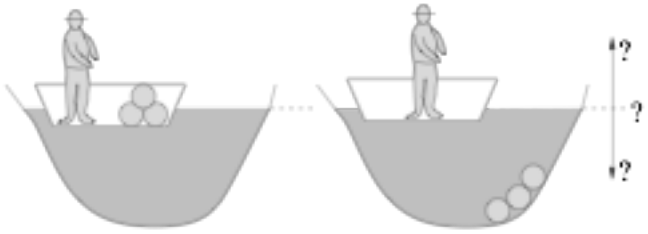
3. [그림 3]과 같이 질량 M 의 원통이 높이 h 의 계단에 정지해 있다.



[그림 3]

(1) [그림 3]의 화살표와 같이 힘 F 로 원통을 민다고 할 때 원통을 계단 위로 밀어올리기 위한 힘의 최소값 Fm 을 구하라.
(2) 이 경우 계단 모서리에 작용하는 힘은 얼마인가?

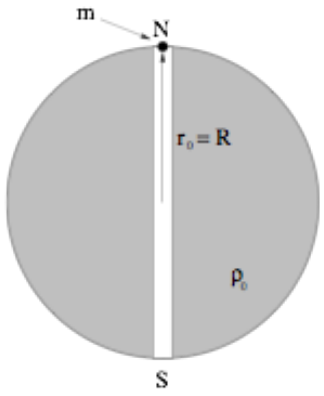
4. [그림 4]처럼 물웅덩이에 놓인 배에 쇠구슬과 함께 타고 있던 사람이 쇠구슬을 배 밖으로 던졌다.



[그림 4]

(1) 바깥에서 볼 때 쇠구슬을 던지기 전에 비해 수위는 어떻게 변하는가?
(2) 배 대신 얼음이 놓여 있다가 얼음이 녹는 경우와 결과를 비교하고 차이점을 설명하라.

5. 지구에서 가장 빠른 운동수단으로 터널을 뚫어 캡슐을 보내는 초고속 진공 열차(하이퍼루프)가 계획되고 있다. 물리적인 이해를 위해 [그림 5]와 같은 상황을 생각하자. 균일한 밀도를 가진 구형의 물체에 극점을 잇는 터널을 뚫고 질량 m 의 물체를 터널 끝에 정지시켜 놓았다.



[그림 5]

(1) 시간 t 가 지난 후 물체의 위치와 속도를 구하라. (뉴턴의 만유인력 상수를 사용하라.)

(2) 지구의 평균밀도 5.5g/cm^3 와 반경 6,400km 를 이용하여 북극에서 남극까지 지구중심을 이은 터널로 가는데 걸리는 시간을 유효숫자 2 자리로 구하라.

6. 온도가 T1, T2, 열용량이 C1, C2 인 열원을 연결하였다. ((T1,C1) vs (T2,C2))
(1) 충분한 시간이 지난 후 열평형을 이룰 때의 온도를 구하라.
(2) 이 과정에서 엔트로피 변화는?
(3) 위의 열원들을 연결하여 열기관을 구성할 때 얻어낼 수 있는 최대의 일은 얼마인가?
(4) 이 경우 모든 일을 한 후의 온도는?
(5) 이 과정에서 엔트로피 변화는?

(* 그림들은 Duke University 의 Robert G. Brown 교수의 강의자료에서 가져옴)