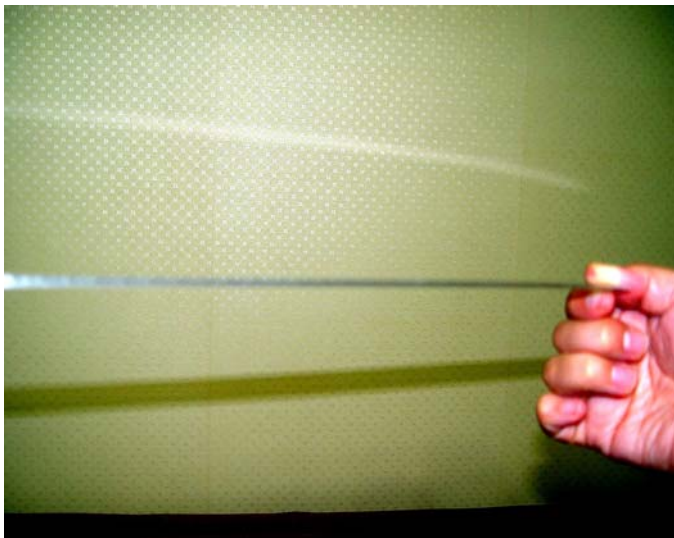
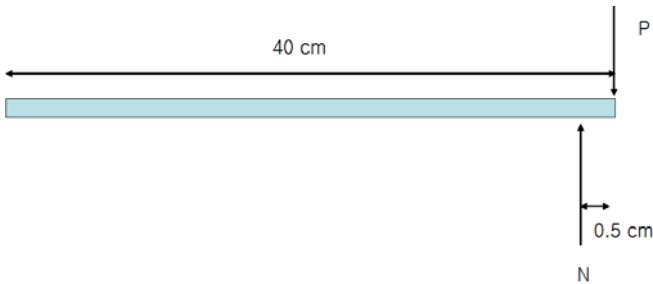


모든 계산 문제는 유효숫자 두 자리까지 계산할 것.



1. 무게가 60 g 이고 길이가 40 cm인 자가 있다. 이자의 끝을 엄지와 검지로 잡고 떨어지지 않게 하려면 상당히 힘이 든다. 왜 그런지 한번 이해해 보자.

가) 옆의 그림과 같이 엄지손가락으로 자 끝을 힘 P로 누르고 검지로 자 끝에서 0.5 cm 떨어진 점에서 N으로 받치면 평형조건으로부터 N과 P를 구하라. 이때 자의 무게중심을 원점으로 해서 계산하면 편하다.

나) 이제 자의 끝을 원점으로 해서 같은 문제를 풀어보아라. 같은 답이 나오는가? 이렇게 잡는 것이 왜 이토록 힘이 드는지 물리적으로 설명해봐라.

다) 끝에서 2.5 cm인 지점에 검지를 놓으면 힘이 훨씬 덜 들 것이다. 계산을 통하여 인증해보아라.

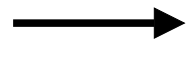
2. 마찰이 없는 수평 평면에 길이가 14 cm이고 무게가 6.5 g인 볼펜이 있다. 볼펜의 선밀도는 균일하다고 가정한다. 볼펜의 끝에서 1/7인 지점에 손톱을 이용하여 1 Newton의 힘을 순간적으로 가했더니 볼펜이 돌면서 앞으로 진행되는 것이 관찰되었다. 다음 물음에 답하라.

가) 볼펜의 무게중심을 중심으로 한 회전관성능률을 구하라.

나) 이 볼펜의 무게중심이 3 m/s의 속력으로 진행한다면 힘은 얼마의 시간 동안 볼펜에 가해졌나?

다) 볼펜이 한 바퀴 도는 동안 앞으로 나가는 거리를 구하라.

라) 이 볼펜의 전체 운동에너지를 구하라.



3. 달 표면에서는 중력이 지구의 약 6.0분의 1이다. 로켓이 달 표면 위에서 약간 위에서 속도 V로 연료를 분사하며 가만히 서 있다고 하자. 다음 물음에 답하라.

가) 이때 로켓의 무게를 시간의 함수로 구하라.

나) 로켓의 무게가 10 ton이고 $V=4400$ m/s 라면, 1초에 얼마만큼의 연료를 밖으로 내뿜어야 중력을 이길 수 있는가?

(뒷면 계속)

4. 스프링 상수인 k 인 스프링에 질량 m 이 가만히 매달려 있다. 다음 물음에 답하여라:

가) $t=0$ 에 짧은 시간동안 충격량 Δp 를 가한 경우의 해는 다음과 같이 주어짐을 보여라:

$$x = \frac{\Delta p}{m\omega_0} \sin \omega_0 t; \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

나) 충격량 대신에 $t=0$ 인 시각에 지수적으로 감소하는 힘 $F_0 e^{-\alpha t}$ 를 갑자기 가한 경우 다음과 같은 해가 운동방정식과 초기조건을 만족시킴을 보여라:

$$x=0 \quad (t<0),$$

$$x = \frac{F_0}{m(\alpha^2 + \omega_0^2)} e^{-\alpha t} - \frac{F_0}{m(\alpha^2 + \omega_0^2)} \cos \omega_0 t + \frac{\alpha F_0}{m\omega_0(\alpha^2 + \omega_0^2)} \sin \omega_0 t \quad (t>0).$$

다) 매우 센 힘을 아주 빨리 가한 경우를 우리는 다음과 같이 표현할 수 있다: F_0 와 α 가 모두 무한대로 가면서 $\frac{F_0}{\alpha} \equiv \Delta p$ 를 유지한다. 이 경우 나)의 해는 가)로 접근함을 보여라.

5. 현재 시험을 치루고 있는 강의실 안에 존재하는 기체에 대하여 다음 물음에 답하여라. 단 기체상수 $R=8.3 \text{ J/mol/deg}$ 이다.

가) 기체 압력이 1기압($=1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$)이라고 하면 방안에 존재하는 기체의 전체 질량은 몇 kg 정도 될 것인가? 현재 온도는 예상하여 쓰고 공기 중 산소가 20%, 질소가 80%라고 가정하자.

나) 이제 밤이 되어 이 방의 온도가 영하 10도가 되었다고 하자. 이때 방안의 기체의 전체 질량은 어느 정도가 될 것인가?

다) 가)와 나)가 다르다면 질량의 차이는 어디에서 오는 것인지 논하라. 만약 같다고 생각한다면 그 이유를 써라.

6. 1 기압, 293 K 상태이고 일정압력 비열과 일정부피 비열의 비 $\gamma=1.4$ 인 기체가 넓이 40 cm^2 , 길이 20 cm 인 실린더 안에 들어있다. 밖의 압력도 1기압이다. 이 상태에서 1 ton(!)짜리 무게를 피스톤 위에 얹어 놓았다고 가정하자. 다음 물음에 답하라.

가) 이상기체의 단열 과정은 $PV^\gamma = \text{상수}$ 를 만족함을 보여라.

나) 이 실린더 안에 있는 기체는 누르는 힘에 의하여 급격하게 부피가 줄어들 것으로 예상된다. 단열 압축이라고 가정하고, 부피가 어느 정도가 되면 실린더 내 압력이 밖의 압력과 같아질 것인가?

다) 이렇게 부피가 줄었을 때 온도는 얼마나 상승했겠는가?

