

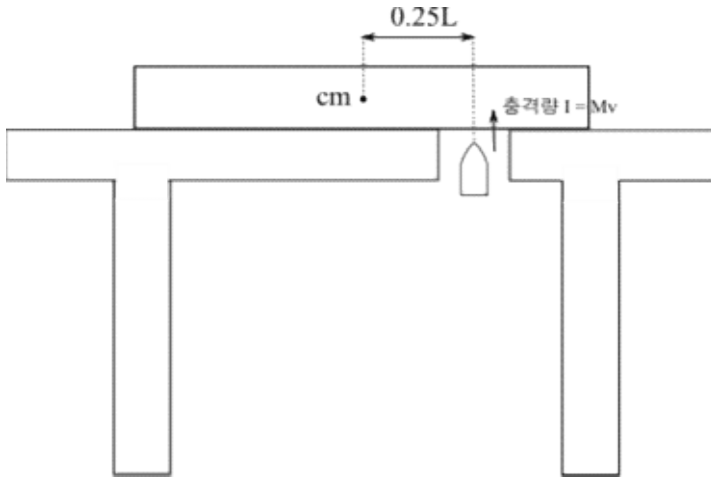
2022 PNS 정기고사 1회

2022.05.24

학번 : _____

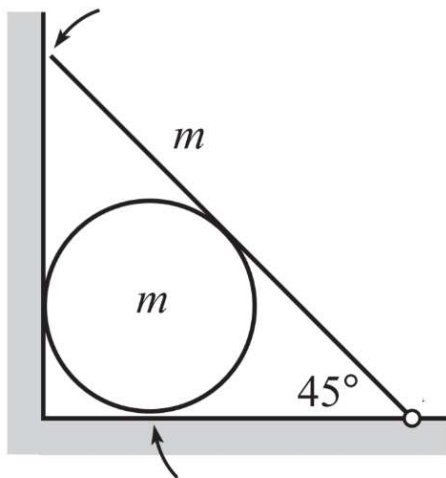
이름 : _____

1. 책상 위에 놓여 있는 질량 M , 길이 L 의 얇은 막대기를 향해 아래에서 위 방향으로 총을 쏘았다. 총알은 막대기에게 위 방향으로 Mv 만큼의 충격량을 가한다. 이때, 막대 중심에 총을 쏘 때 막대가 올라가는 최대 높이와 막대 중심에서 $\frac{1}{4}L$ 만큼 떨어진 곳에 총을 쏘 때 막대가 올라가는 최대 높이의 비를 구하여라. 단, 충돌에서 에너지는 보존된다.



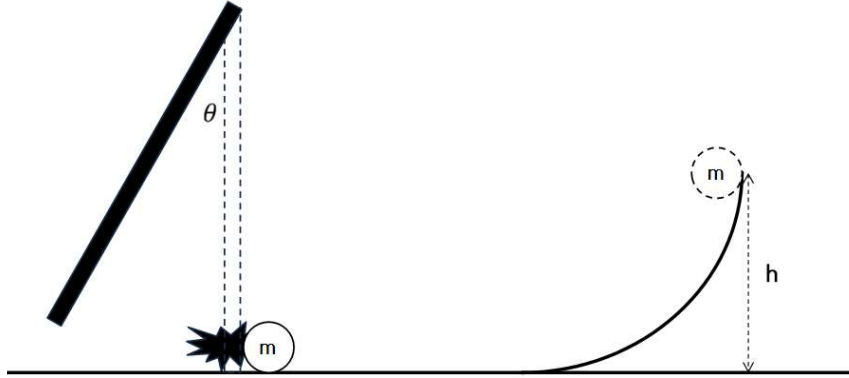
- ① $\frac{25}{16}$ ② $\frac{16}{9}$ ③ $\frac{9}{4}$
 ④ 4 ⑤ $\frac{25}{4}$

2. 0.350kg의 막대가 동일하게 질량이 0.350kg인 막대 위에 놓여 평형을 유지하고 있다. 막대기는 45도 각도로 기울어져 있다. 막대의 바닥쪽 끝은 지면에 회전축으로 고정되어 있다. 그리고, 반대쪽 끝은 벽에 매우 가까이 있지만 닿지는 않았다. 같은 방법으로, 원통도 바닥에 매우 가까이 있지만 닿지는 않았다. 이러한 평형 상태가 이루어지기 위한 막대와 원통의 최대정지마찰계수의 최솟값을 구하시오.



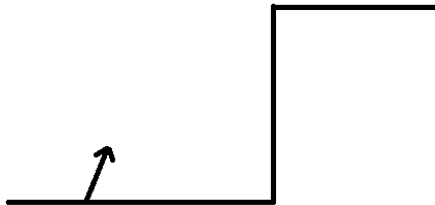
- ① 1.24 ② 0.78 ③ 0.65 ④ 0.34 ⑤ 0.98

3. 질량 M , 회전관성 I , 길이 L 인 막대의 한 끝이 회전축으로 고정되어 있다. 질량 m 인 물체는 높이 h 인 곡면에서 낙하하여 막대의 다른 한 끝에 반발계수 e 로 한다. (단 $e \neq 0$) 이때 충돌후 막대가 올라가는 최대 각도를 θ 라 할 때 $\cos\theta$ 를 구하라. (단 막대의 질량중심은 기하적 중심과 같다.)



- ① $1 - \frac{2IM^2L(e+1)^2h}{m(I+mL^2)^2}$ ② $1 - \frac{Im^2L(e+1)h}{M(I+mL^2)^2}$ ③ $1 - \frac{2Im^2L(e+1)h}{M(I+mL^2)^2}$
- ④ $1 - \frac{IM^2L(e+1)h}{m(I+mL^2)^2}$ ⑤ $1 - \frac{2Im^2L(e+1)^2h}{M(I+mL^2)^2}$

4. 오른쪽으로 거리 D 만큼 떨어진 높이 H 의 건물 옥상의 왼쪽 끝에 놓인 표적을 대포를 쏘아 맞히려고 한다. 발사 각도를 자유롭게 조절할 수 있다고 할 때, 표적을 맞히기 위한 대포알의 최소 초기 속력은 얼마인가? 단, 중력가속도는 g 이고 공기 저항과 지구의 자전으로 인한 효과는 무시한다.

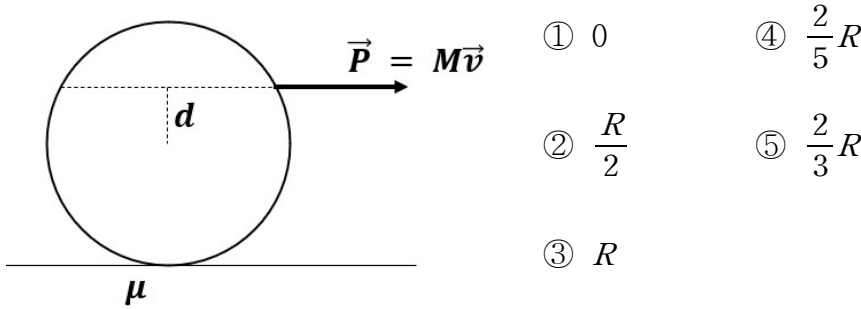


- ① $\sqrt{g\sqrt{h^2 + D^2}}$ ② $\sqrt{g[h + \sqrt{h^2 + 4D^2}]}$ ③ $\sqrt{g(h + D)}$
- ④ $\sqrt{g[D + \sqrt{h^2 + 4D^2}]}$ ⑤ $\sqrt{g\sqrt{h^2 + 4D^2}}$

5. 자연길이가 0이고, 용수철 상수가 53N/m 인 용수철의 한쪽 끝은 벽에 붙어 있고, 다른쪽 끝은 질량 110g 의 고리에 붙어 있다. 링이 당겨져서 벽으로부터 거리가 5cm 인 막대에 끼워져 있다. 막대와 링의 운동마찰계수 0.38 이고, 중력가속도가 10m/s^2 일 때, 막대를 따라 링이 순간적으로 정지할 때까지의 거리를 구하시오.

- ① 22.5mm ② 3.51mm ③ 4.15mm ④ 13.2mm ⑤ 움직이지 않는다

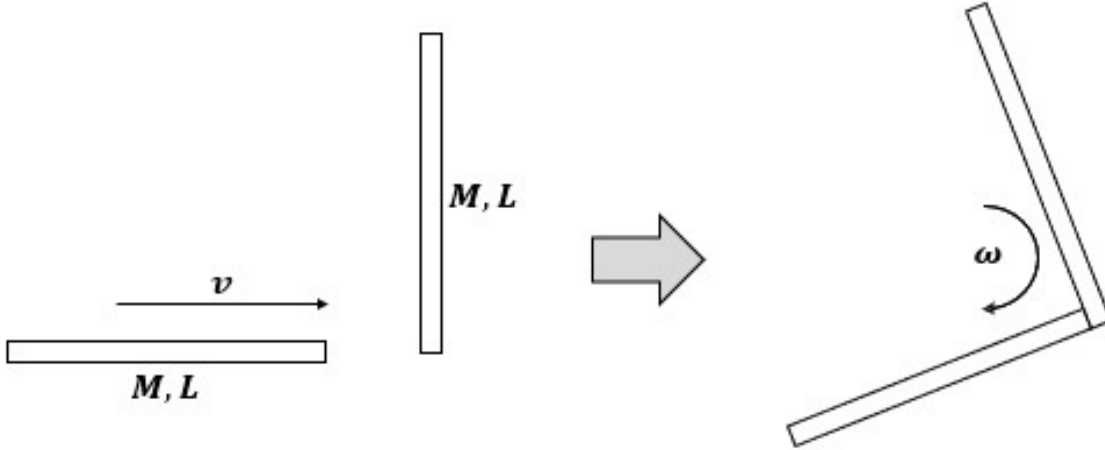
6. 반지름이 R , 질량이 M 인 균일한 원통에 그림과 같이 $\vec{P} = M\vec{v}$ 의 충격량을 가한다. 바닥과의 마찰계수가 μ 일 때 충격량을 가한 직후 굴림운동을 하기 위한 d 는?



7. 질량 0.560kg , 반지름 13.0cm 인 속이 빈 구가 중심을 지나는 축에 대해 고정되어 있다. 축으로부터 26.0cm 떨어진 지점에 자연 길이 0이고, 용수철 상수가 26.3N/m 인 용수철의 한쪽 끝이 고정되어 있다. 용수철의 다른 쪽 끝은 구 위의 한 점에 붙어 있을 때, 평형점 근방에서 이 진동계의 진동수를 구하시오.

- ① 2.57Hz ② 1.72Hz ③ 1.89Hz ④ 2.44Hz ⑤ 1.54Hz

8. 길이 L , 질량 M 인 막대가 길이 방향으로 속력 v 로 운동하고 있다. 이 막대가 똑같은 막대와 충돌하며 충돌한 막대는 정지한 상태로 한 끝에서 서로 수직하게 접촉한다. 충돌 이후 두 막대가 붙어서 이동할 때 회전 각속도는 얼마인가?



- ① $\frac{3v}{2L}$ ② $\frac{5v}{3L}$ ③ $\frac{2v}{3L}$ ④ $\frac{v}{L}$ ⑤ $\frac{3v}{5L}$

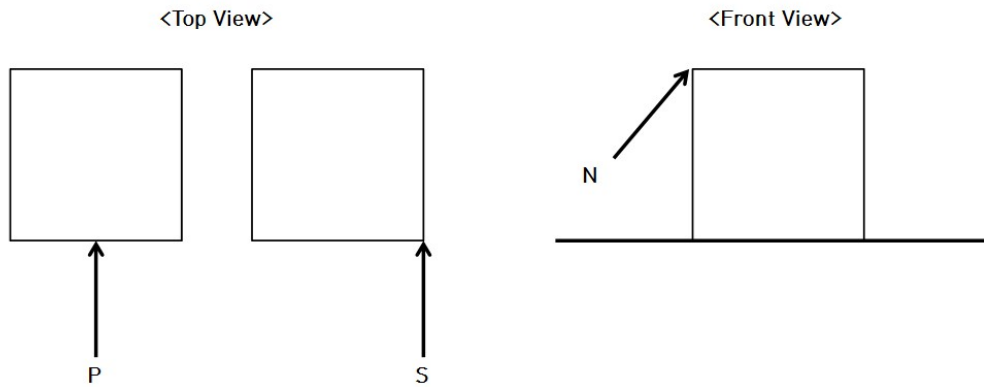
9. 30도 경사의 경사면에 자전거가 놓여 있다. 자전거의 앞바퀴와 뒷바퀴의 중심 거리는 104.0cm이다. 자전거의 질량중심은 앞바퀴와 뒷바퀴의 수직이등분선 위에 있고, 지면으로부터 거리가 70.0cm이다. 지면과 바퀴의 운동마찰계수는 $\mu=0.63$ 이다. 자전거의 브레이크가 충분히 잘 작동하여서, 다음의 경우 항상 미끄러짐(양쪽 바퀴가 지면과 접촉해 있는 것을 유지하면서)이 일어난다고 할 때, 브레이크가 앞바퀴에만 작용할 경우, 바퀴의 가속도의 절댓값을 구하시오. (단, 중력가속도는 $10m/s^2$)

- ① $0.352m/s^2$ ② $1.54m/s^2$ ③ $0.264m/s^2$ ④ $2.37m/s^2$ ⑤ $4.74m/s^2$

10. 질량이 M 인 정삼각형의 무게중심을 지나고 면에 수직한 축에 대한 회전관성이 αML^2 일 때, α 의 값을 구하시오. 단, L 은 중심축에서 한 꼭짓점까지의 거리이다.

- ① $\frac{\sqrt{2}}{12}$ ② $\frac{1}{8}$ ③ $\frac{1}{4}$ ④ $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ⑤ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

11. 피돌이(P), 엔돌이(N), 에스돌이(S)는 무게 W 인 정육면체 모양의 상자를 옮기는데 다음과 같은 전략을 쓴다. (단 상자와 지면과의 마찰계수는 $\mu < 1$ 이다.)



피돌이 : 상자를 지면과 평행하게 질량중심 방향으로 밀어 상자를 움직인다.

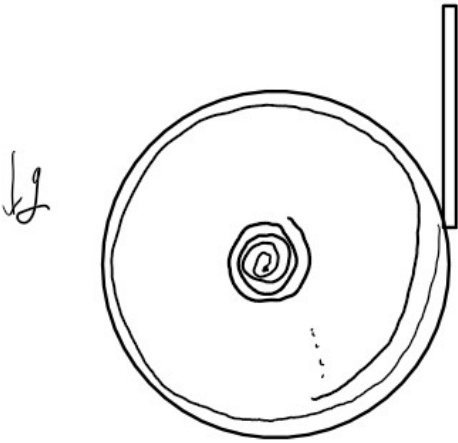
엔돌이 : 상자의 윗면 꼭짓점 중 하나를 밀어 상자를 움직인다. (미는 방향은 자유)

에스돌이 : 상자의 밑면 꼭짓점 중 하나를 밑면의 한 모서리와 평행한 방향으로 밀어 상자를 움직인다.

피돌이, 엔돌이, 에스돌이가 각각의 전략으로 상자를 움직일 때 필요한 최소 힘을 각각 P, N, S라 할 때 P, N, S의 대소관계로 옳은 것은?

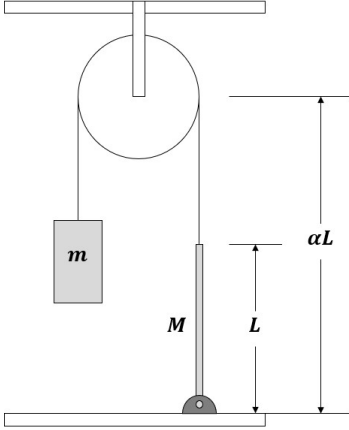
- ① $P > N > S$ ② $P > S > N$ ③ $N > P > S$ ④ $S > P > N$ ⑤ μ 값에 따라 다름

12. 질량이 없는 줄이 감겨 있는 100g, 반지름 5.00cm 짜리 요요가 있다. 줄은 나선 형태를 이루고, 영화 필름처럼 한 층에는 한 줄만 감겨 있으며, 감긴 부분의 단면을 옆으로 보면 초기에는 지름 5.0cm의 원으로 보인다. 줄의 두께는 0.050mm이다. 줄을 잡고 요요를 낙하시킨다. 요요를 낙하시키면 줄이 풀리고, 측면에서 봤을 때, 나선 부분에서 없어진 면적과 풀린 줄의 면적이 동일함을 가정하자. 감긴 부분의 반지름이 몇cm일 때 요요가 최대 속력에 도달하는가?(중력가속도는 $10m/s^2$ 이고, 요요의 줄이 감기지 않은 부분은 균일한 원기둥 형태이다.)



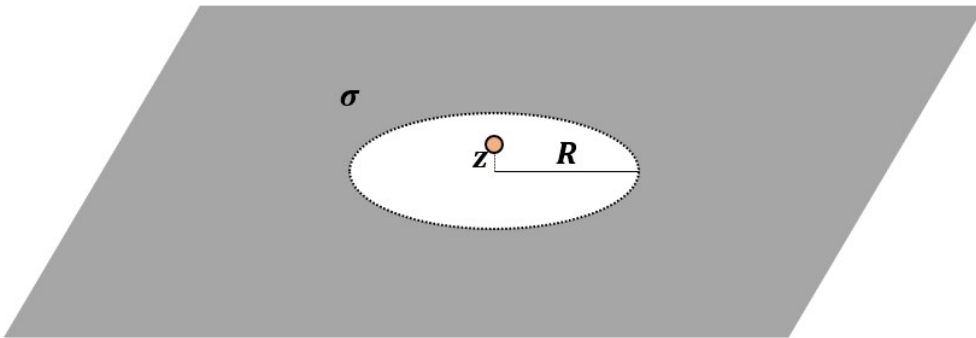
- ① 1.8cm ② 2.0cm ③ 1.5cm ④ 1.9cm ⑤ 1.2cm

13. 길이 L , 질량 M 인 막대가 바닥과 경첩으로 연결되어 이를 축으로 자유롭게 회전할 수 있다. 그림과 같이 막대의 위 끝은 줄과 도르래를 통하여 m 과 연결되어 있다. 막대가 안정 평형 상태를 유지하기 위한 $\frac{m}{M}$ 의 최솟값은? (단, 도르래는 바닥으로부터 αL 높이에 위치하고 도르래, 실의 질량은 무시하며 $\alpha > 1$ 이다).



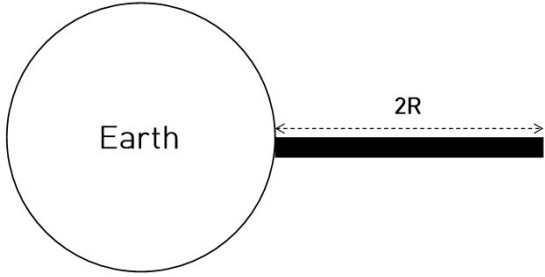
- ① $\frac{1}{\alpha}$ ④ 1
 ② $\frac{\alpha-1}{2\alpha}$ ⑤ α
 ③ $\frac{\alpha-1}{\alpha}$

14. 면 밀도가 σ 로 균일한 무한평면에 반지름이 R 인 구멍이 있다. 그 구멍의 중심축을 지나며 수직인 방향으로 z 만큼 떨어진 위치에 점 질량이 놓여있을 때 진동 주기를 구하여라($z \ll R$).



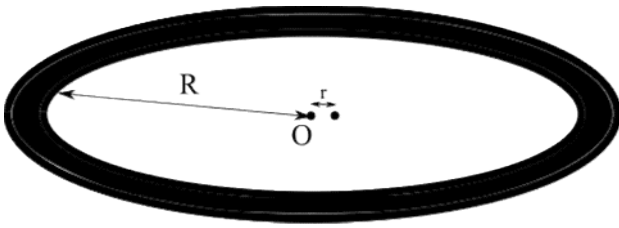
- ① $2\pi\sqrt{\frac{R}{\pi G\sigma}}$ ② $2\pi\sqrt{\frac{R}{G\sigma}}$ ③ $2\pi\sqrt{\frac{2R}{\pi G\sigma}}$ ④ $2\pi\sqrt{\frac{R}{2\pi G\sigma}}$ ⑤ $2\pi\sqrt{\frac{2R}{G\sigma}}$

15. 지구의 반지름이 R 일 때 길이 $2R$ 인 거대한 막대가 지구 중심을 향하는 방향으로 지구 위에 놓여 있다. 이 막대의 질량중심과 무게중심 사이의 거리를 구하시오. (단, 막대는 균일하다)



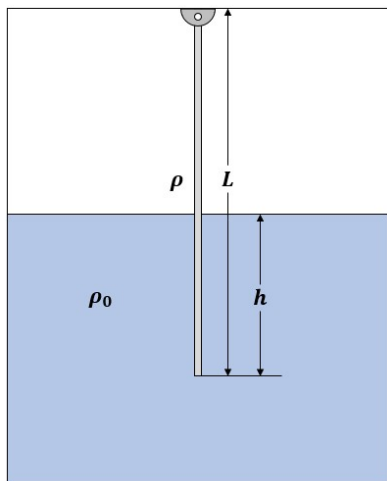
- ① 0 ② $(\ln 3 - 1)R$ ③ $\frac{1}{5}R$
 ④ $(2 - \frac{3}{2}\ln 3)R$ ⑤ $\frac{R}{4}$

16. 반지름 R , 질량 M 이고 O 점을 중심으로 하는 얇은 고리가 우주 공간에 놓여 있다. 중심에서 수평 방향으로 아주 작은 거리 r 만큼 떨어진 지점에 놓인 질량 m 짜리 물체가 받는 중력의 크기를 구하시오. 단, r 의 2차항 이상의 차수는 무시한다.



- ① $\frac{GMm}{R^3}r$ ② $\frac{GMm}{2R^3}r$ ③ $\frac{GMm}{3R^3}r$
 ④ $\frac{GMm}{4R^3}r$ ⑤ $\frac{GMm}{6R^3}r$

17. 밀도가 ρ 인 유체 안에 단면적 A , 길이 L , 밀도 ρ_0 인 균일한 막대가 경첩에 고정되어 h 만큼 잠겨있다. 이 계가 안정 평형을 유지하기 위한 $\frac{h}{L}$ 의 최댓값을 구하시오(단, $\rho_0 > \rho$, $A \ll 1$ 이며 유체의 거동은 무시하도록 한다).



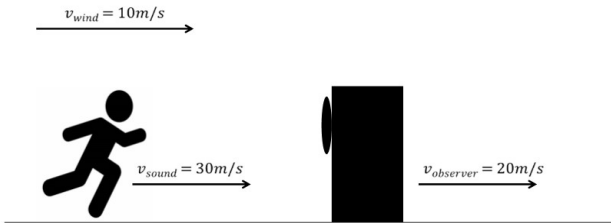
- ① $\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0}$ ② $1 - \sqrt{\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0}}$ ③ $\frac{\rho}{\rho_0}$
 ④ $\sqrt{\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0}}$ ⑤ $1 - \frac{\rho}{\rho_0}$

18. 철수가 진동수 f_0 의 소리를 내는 스피커를 들고 달리면서, 움직이는 녹음기로 그 진동수를 측정하는 실험을 하고 있다. 이 날의 풍속은 10m/s 이며 철수는 총 두가지 실험을 진행한다. (단, 음속은 340m/s)

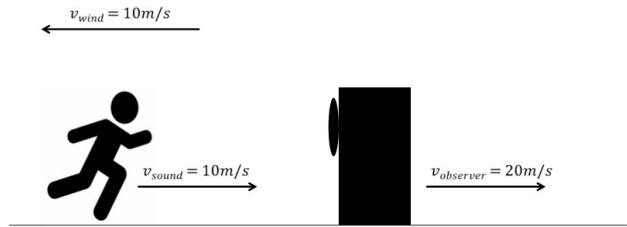
실험 1. 철수와 마이크 모두 바람 방향으로 달린다. 단 이때 철수는 순풍의 영향을 받아 달리는 속도가 빨라져 지면에 대해 30m/s 로 달리고 녹음기는 지면에 대해 20m/s 로 이동한다.

실험 2. 철수와 마이크 모두 바람 반대방향으로 달린다. 단 이때 철수는 역풍의 영향을 받아 달리는 속도가 느려져 지면에 대해 10m/s 로 달리고 녹음기는 지면에 대해 20m/s 로 이동한다.

실험 1



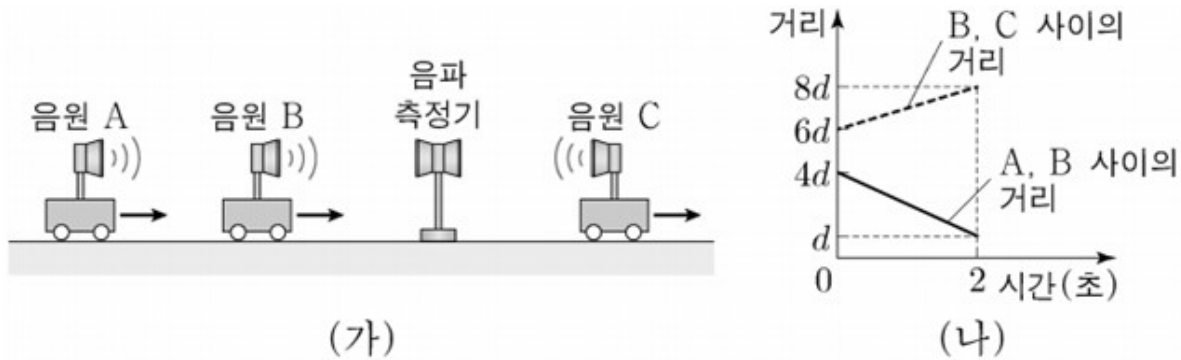
실험 2



실험 1,2의 마이크에서 측정한 소리의 진동수를 각각 f_1 , f_2 라 할 때 $f_1 + f_2$ 를 구하시오.

- ① $2f_0$ ② $\frac{2048}{1023}f_0$ ③ $\frac{1089}{544}f_0$ ④ $\frac{67}{34}f_0$ ⑤ $\frac{32}{17}f_0$

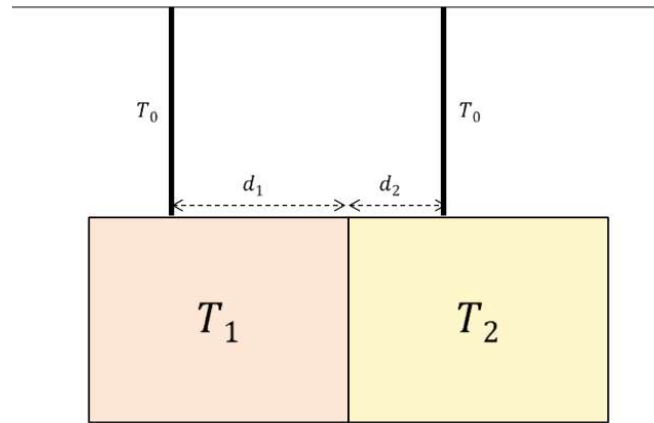
19. 그림 (가)와 같이 음원 A, B, C가 진동수 f_0 의 음파를 발생하며 각각 등속도 운동을 하고 있다. 그림 (나)는 A, B 사이의 거리와 B, C 사이의 거리를 시간에 따라 나타낸 것이다. 정지해있는 음파 측정기가 측정한 A, B, C의 음파의 진동수는 각각 f_1 , $\frac{10}{9}f_0$, $\frac{3}{4}f_1$ 이다.



f_1 을 f_0 를 이용하여 올바르게 표현한 것은? 단, 음원과 음파 측정기는 동일 직선상에 있고, 음속은 일정하다.

- ① $\frac{39}{34}f_0$ ② $\frac{20}{17}f_0$ ③ $\frac{41}{34}f_0$ ④ $\frac{21}{17}f_0$ ⑤ $\frac{43}{34}f_0$

20. 늘어나지 않았을 때의 길이와 재질이 같은 두 강철줄이 아래와 같이 질량 M 의 물체를 지탱하고 있다. 강철줄의 영률은 E 이며 단면적은 A , 열팽창계수는 α 이다. 물체는 칸막이로 나누어져 왼쪽 반은 온도 T_1 , 오른쪽 반은 온도 T_2 를 유지한다. 강철줄을 물체에 매달면 탄성과 열팽창에 의해 각각 길이가 늘어나는데 놀랍게도 늘어난 이후에도 두 강철줄의 길이가 같았다. 이때 아래 그림에서 d_2/d_1 를 구하라. (단 중력가속도는 g 이며 강철줄의 초기 온도는 T_0 이다. 강철줄은 탄성에 의한 길이 변화가 끝나고 물체와 열평형을 이루기 시작한다고 가정하라.)



$$\textcircled{1} \quad \frac{-1 + \alpha(T_2 - T_0) + \frac{EA\alpha}{Mg}(T_2 - T_1)}{-1 + \alpha(T_1 - T_0) + \frac{EA\alpha}{Mg}(T_1 - T_2)}$$

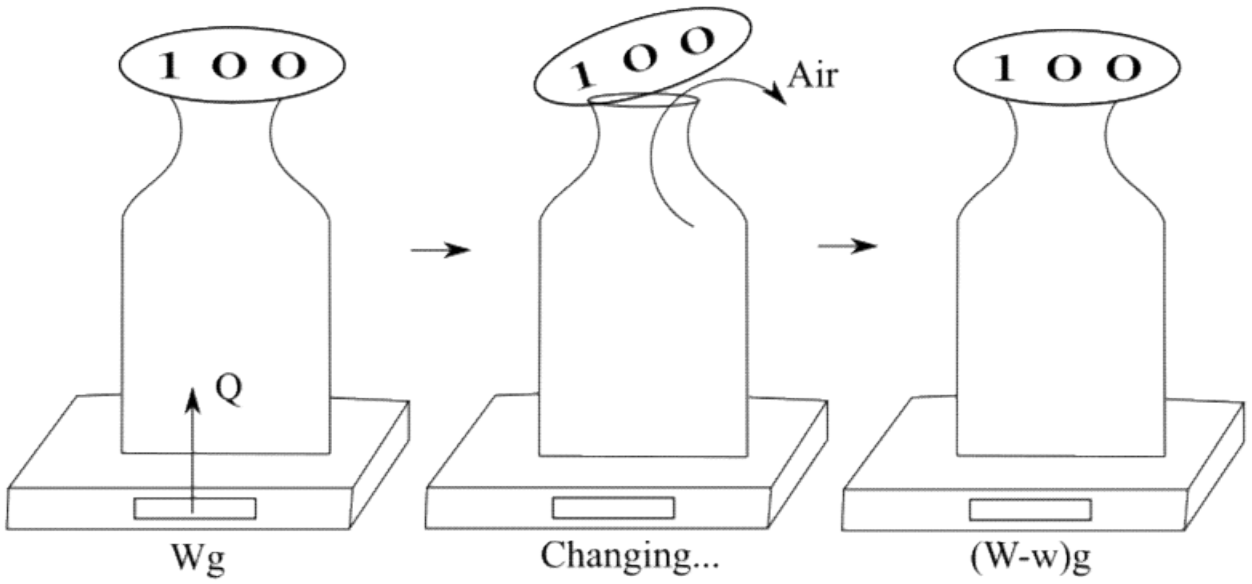
$$\textcircled{2} \quad \frac{1 + \alpha(T_2 - T_0) + \frac{EA\alpha}{Mg}(T_2 - T_1)}{1 + \alpha(T_1 - T_0) + \frac{EA\alpha}{Mg}(T_1 - T_2)}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{(T_2 - T_0) + \frac{EA}{Mg}(T_2 - T_0)}{(T_1 - T_0) + \frac{EA}{Mg}(T_1 - T_0)}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{(T_2 - T_0) + \frac{EA}{Mg}(T_2 - T_1)}{(T_1 - T_0) + \frac{EA}{Mg}(T_1 - T_2)}$$

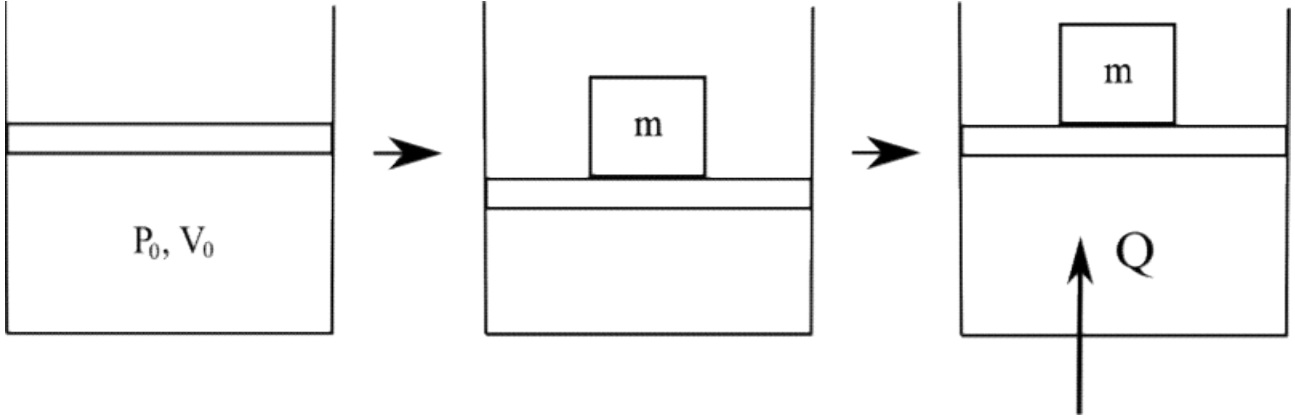
$$\textcircled{5} \quad \frac{1 + \frac{EA}{Mg}\alpha(T_1 - T_0)}{1 + \frac{EA}{Mg}\alpha(T_2 - T_0)}$$

21. 동전이 입구 위에 올려져 있는 유리병을 매우 정밀한 저울 위에 놓았다. 유리병의 입구 면적은 A , 동전의 질량은 m 이다. 유리병에 서서히 열을 가하면 어느 순간 동전이 위로 살짝 들리고 공기가 유리병 내부, 외부 압력이 같아질 때까지 빠져나온다. 공기가 빠져나온 후 저울의 측정값은 wg (그램) 만큼 줄어들었다. 대기압을 P_0 , 공기의 평균 분자량을 M , 유리병 안에 처음 들어 있던 공기의 몰수를 n_i 라 할 때, 공기의 비열비를 구하여라. 단, 중력가속도는 g 이다.



$$\begin{array}{lll}
 \textcircled{1} - \frac{\ln(1 - \frac{w}{Mn_i})}{\ln(1 + \frac{5mg}{2P_0A})} & \textcircled{2} - \frac{\ln(1 - \frac{w}{Mn_i})}{\ln(1 + \frac{mg}{P_0A})} & \textcircled{3} - \frac{\ln(1 + \frac{mg}{P_0A})}{\ln(1 - \frac{w}{Mn_i})} \\
 \textcircled{4} - \frac{\ln(1 + \frac{mg}{P_0A})}{\ln(1 - \frac{5w}{2Mn_i})} & \textcircled{5} - \frac{\ln(1 + \frac{mg}{P_0A})}{\ln(1 - \frac{3w}{2Mn_i})} &
 \end{array}$$

22. 대기압 P_0 하에 V_0 의 부피를 가지는 비열비 γ 의 기체가 면적 A 의 단열 피스톤 내부에 있다. 이 피스톤 위에 질량 m 인 물체를 올리고 평형에 도달하기까지 기다린 후, 피스톤에 Q 의 열을 준정적으로 가해 원래 높이로 되돌린다. 이때, 필요한 열량 Q 를 구하시오. (단, 피스톤의 질량은 무시하고, $\alpha = 1 + \frac{mg}{P_0 A}$, 중력 가속도는 g 이다)



- ① $\frac{\alpha P_0 V_0 \gamma}{\gamma - 1}$ ② $\frac{\alpha P_0 V_0 \gamma}{\gamma - 1} (1 - \alpha^{-\frac{1}{\gamma}})$ ③ $\frac{\alpha P_0 V_0}{\gamma - 1} (1 - \alpha^{-\frac{1}{\gamma}})$
 ④ $\frac{P_0 V_0 \gamma}{\gamma - 1} (1 - \alpha^\gamma)$ ⑤ $\frac{\alpha^\gamma P_0 V_0 \gamma}{\gamma - 1} (1 - \alpha^\gamma)$

23. 이상기체가 다음과 같은 순환 과정을 따른다고 할 때, 이 열기관의 효율은

얼마인가? 등압 몰비열 c_p 와 등적 몰비열 c_v 는 일정하고 $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ 이다.

- 1) 일정한 압력을 유지하면서 초기 상태 (p_1, V_1) 에서 (p_1, V_2) 로 냉각된다.
- 2) 일정한 부피를 유지하면서 (p_2, V_2) 로 가열된다.
- 3) 단열 팽창하여 (p_1, V_1) 로 돌아간다.

- ① $1 - \gamma \frac{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{-1}}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{-1}}$ ② $1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma$ ③ $1 - \gamma \frac{V_1}{V_2} \frac{p_1}{p_2}$
 ④ $1 - \frac{p_2}{p_1} \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma$ ⑤ $1 - \frac{p_2}{p_1} \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$

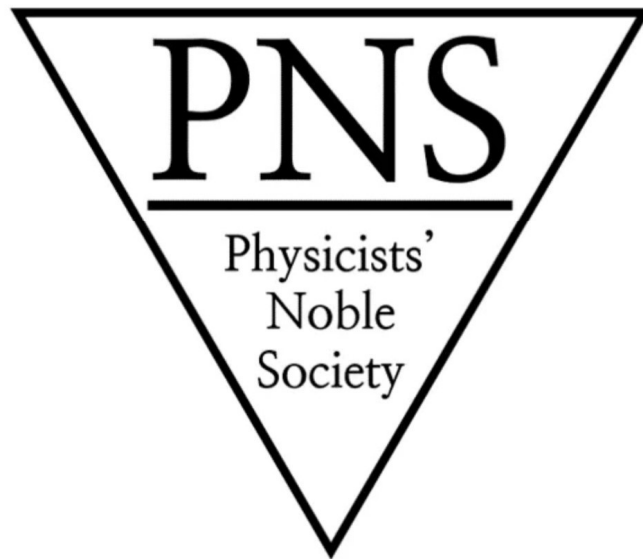
24. 다음 서술 중 틀린 것을 고르시오

- ① 온도가 T 로 일정한 계에 열 Q 가 공급되었을 때 엔트로피 변화는 $\frac{Q}{T}$ 이다.
- ② 변수 공간의 폐곡선에 대해 $\frac{dQ}{T}$ 를 적분한 값은 항상 0 이하이다.
- ③ 열적으로 고립된 n 몰의 이상기체가 줄 팽창하여 원래보다 부피가 2배가 되면 엔트로피 변화는 $nR\ln 2$ 이다.
- ④ A 가 상태함수, B 가 상태함수가 아닐 때 $dC = AdB$ 로 정의되는 C 가 상태함수인 경우가 있다.
- ⑤ A , B 가 모두 상태함수라고 할 때 $dC = AdB$ 로 정의되는 C 가 상태함수가 아닐 수도 있다.

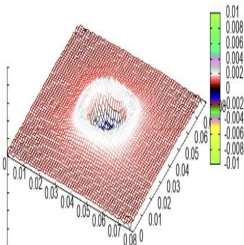
25. 파동 함수 $y = A\sin^3(kx - \omega t)$ 로 기술되는 파동이 선밀도 μ 인 줄을 따라 진행하고 있다. 이 파동의 단위 시간당 운동에너지의 평균 전달률은 얼마인가?

- ① $\frac{1}{4}\mu\frac{\omega^3}{k}A^2$
- ② $\frac{1}{2}\mu\frac{\omega^3}{k}A^2$
- ③ $\frac{7}{36}\mu\frac{\omega^3}{k}A^2$
- ④ $\frac{7}{64}\mu\frac{\omega^3}{k}A^2$
- ⑤ $\frac{9}{32}\mu\frac{\omega^3}{k}A^2$

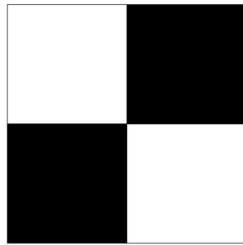
문제가 모두 끝났습니다. 수고하셨습니다.



<1차 정기고사 출제진>



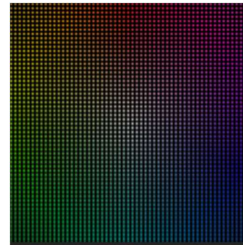
38기 정현성



39기 한종윤



39기 이안진



39기 서준영



39기 남도현