

학과:

학번:

이름:

점수:

*문제의 의미가 모호한 경우에는 반드시 감독자에게 문의하세요.

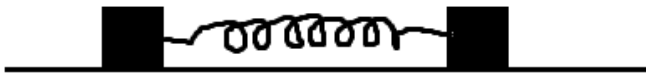
*풀이과정이 있는 답만 점수를 부여합니다. (계산기 사용가능, 수치계산에서는 중력가속도는 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

*특별한 언급이 없으면 마찰이나 공기저항 등은 무시합니다.

문제 1. 질량이 m 인 동일한 두 블록을 이상적인 용수철 (용수철 상수 = k)의 양 끝에 매단 후 매끄러운 수평면 위에 놓았다. 두 블록을 양쪽에서 손으로 밀어 용수철이 원래 길이에서 A 만큼 압축되었을 때 손을 떼었다. 블록들은 단순조화 진동을 한다.

(a) 한 블록이 평형위치에서 x 만큼 벗어났을 때 용수철로부터 받는 힘을 구하고, 이를 이용해서 블록의 각진동수를 구하라.[6점]

(b) 블록의 최대 속력은 얼마인가?[4점]



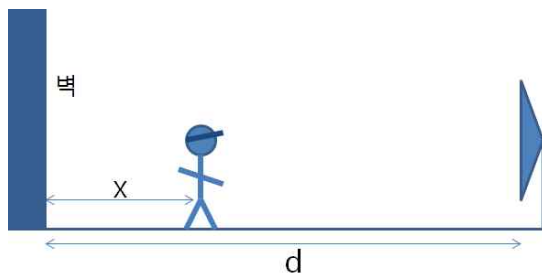
[보너스] 블록의 질량이 각각, m , $2m$ 인 경우에 각진동수는 얼마인가?[3점]

문제 2.

문제 3. 길이 ℓ , 질량 M 인 균일한 막대가 한 쪽 끝에서 $z\ell$ ($0 \leq z \leq 0.5$)만큼 떨어진 지점의 고정 회전축에 대해서 자유로이 회전할 수 있다. 이 막대를 조금 흔들었을 때 생기는 진동의 주기를 구하라. 또, $z \rightarrow 0.5$ 가 되면 어떻게 되는지 설명하라. 단, 작은 각 θ [rad]에 대해서 $\sin\theta \approx \theta$ 근사를 사용할 수 있다. [7점]



문제 4. 고성능 스피커가 그림처럼 대형 강의실 벽 앞에 설치되어 있고, 중간에 구하라가 서서히 벽에서 스피커 쪽으로 이동한다 (스피커는 구하라의 키높이 정도에 설치됐다). 스피커는 $\lambda = 0.8d$ 인 일정한 파장의 소리를 내고 있다. 구하라가 어느 위치 ($x \leq d$)에 있을 때 소리가 가장 크게 들리는가? (소리가 벽에서 반사될 때 위상 변화는 없다고 생각하라)[7점]



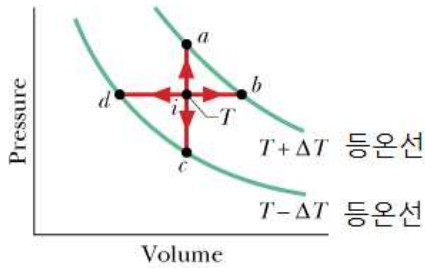
문제 6. 1 몰의 단원자 이상기체를 사용하는 어떤 가역 열기관의 순환과정은 다음 3개의 순차적인 열역학적 과정으로 구성된다.

과정 1	온도 T_0 , 압력 P_0 상태에서 출발하여 일정한 부피를 가진 상태에서 압력이 두 배인 상태로 만든다.
과정 2	다음으로 단열과정을 거치면서 압력을 다시 처음과 같은 상태로 만든다.
과정 3	압력을 일정하게 하면서 처음 상태로 만들어 한 순환이 되게 한다.

(a) 이 열기관의 순환과정을 P-V 상태도에 그리고, 각 열역학적 과정에서 계에 출입한 열, 계가 한 일, 계의 내부에너지 변화를 구하라. [13점]

(b) 이 열기관의 효율은 얼마인가? [3점]

문제 7. 온도가 T 인 이상기체가 다음 그림의 PV 상태도에 표시된 처음 i 상태에서 화살표로 표시된 경로를 따라 a, b, c, d 상태 중 하나로 변하는 과정을 거칠 때, 기체의 엔트로피 변화(ΔS)가 가장 크게 일어나는 과정이 어느 것인지 설명하라.[7점]



$$Q = mc\Delta T, \quad Q = mL_f;$$

$$\text{열역학 1-법칙: } Q = \Delta E_{\text{int}} + W, \quad dW = pdV, \quad dS = dQ/T, \quad \text{내부에너지: } \Delta E_{\text{int}} = nC_V \Delta T,$$

$$\text{단열과정: } pV^\gamma = \text{const},$$

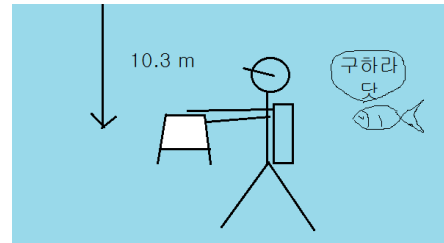
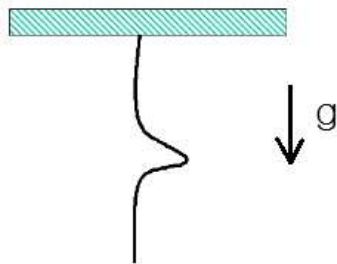
--끝--

문제 9. (a), (b), (c), (d) 중 **3 개를 선택**해서 풀어라.

(a) 50°C 의 물 1.5 kg 이 들어있는 단열용기에 -10°C 의 얼음 0.63 kg 을 넣었다. 평형상태에 도달했을 때 물-얼음 혼합물의 엔트로피의 변화는? ($c_{\text{water}} = 4187\text{ J/kg} \cdot \text{K}$, $c_{\text{ice}} = 2220\text{ J/kg} \cdot \text{K}$, $L_f = 3.33 \times 10^5\text{ J/kg}$)[6점]

(b) 공이 높이 h 인 곳에서 바닥으로 떨어져 계속 튀고 있다. 바닥과의 충돌은 탄성충돌이고, 공기저항이 없어서 매번 튀어 오를 때마다 처음 높이 h 에 이른다. 바닥으로부터 공의 높이 $y(t)$ 에 대한 그래프를 그리고, 이 운동이 단순조화운동이 아니라는 것을 알 수 있는 그래프상의 특징 2개 이상을 설명하라. [6점]

(c) 천장에 길이 4.5 m , 질량 2.7 kg 인 줄이 매달려 있다. 줄의 맨 아래 끝을 흔들어서 위로 가는 펄스를 만들었다. 펄스가 줄의 중간쯤에 왔을 때 속력은 어떻게 되는가? 펄스의 속력에 대한 식은 차원해석으로 추정하라.[6점]



(d) 스쿠버다이버 구하라가 수면 위에서 빈 컵을 거꾸로 쥔 상태에서 수면 아래 10.3 m 인 지점까지 조심스럽게 내려갔다. 내려가는 동안 물의 온도는 12°C 로 일정하다. 컵 속의 공기량이 0.02 mol 일 때, 잠수과정에서 컵 속에 갇혀있는 공기의 경계면을 가로질러 열에 의해서 얼마의 에너지가 이동하는가? (컵을 통해서 전달된 열은 없다)[6점]

문제 11. 여름날 전도에 의해 집 내부로 단위시간당 유입되는 열의 양은 내부(T_i)와 외부(T_o)의 온도차($\Delta T = T_o - T_i$)에 비례한다. 에어컨을 가동하여 집 내부로 유입되는 열을 배출하면 내부온도를 일정하게 유지할 수 있다. 내부온도를 일정하게 유지하기 위해 에어컨에 공급해야 할 단위시간당 에너지는 $(\Delta T)^2$ 에 비례함을 보여라. 즉, 온도차가 클수록 같은 열을 배출하는데 더 많은 에너지가 소비된다. 단, 에어컨은 Carnot 엔진으로 가정한다.[6점]

*유용한 공식들: 유체 속에서 압력: $P = P_0 + \rho gh$, $\rho_w = 1\text{ g/cm}^3$, 대기압: $P_{\text{atm}} = 1.01 \times 10^5\text{ Pa}$

Hooke의 법칙: $F_x = -kx$; 막대의 회전관성: $I_{\text{cm}} = ML^2/12$, 평행축 정리: $I = I_{\text{cm}} + Mh^2$,

회전에 대한 Newton 방정식: $I\alpha = \tau$, $\tau = |\vec{r} \times \vec{F}| = rF\sin\theta$

소리속도 $v_s = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$, $B = -V \frac{dp}{dV}$ = bulk modulus, Doppler 효과: $f = \frac{v \mp v_D}{v \pm v_S} f_0$, v_D = 검출기, v_S = 음원,

이상기체 상태 방정식: $pV = nRT$, 기체상수: $R = 8.31\text{ J/K} \cdot \text{mol}$; $0^\circ\text{C} = 273.15\text{ K}$