경희대학교 2010학년도 신입생 모집

수시 1차 모집 논술고사 문제지(자연계 I)

전형유형 (　　　) 지원학부(과) (　　　) 수험번호 | | | | | | | | | 성 명 (　　　)

<유의사항>

1. 제목은 쓰지 마시고 특별한 표시를 하지 마시오.
2. 제시문 속의 문장을 그대로 쓰지 마시오.
3. 답안작성과 정정은 반드시 본교에서 지급한 필기구를 사용하시오.
4. 본교에서 지급한 필기구를 사용하지 않았거나, 답안지에 특별한 표시를 한 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다. (예: 감사합니다. 등)
5. 답안 정정 시에 수정액 등을 사용한 경우에는 감점 처리합니다.

<논제 I> 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

[가]

운동 경기에서 가장 많이 사용되는 도구는 공이다. 농구, 야구, 배구, 축구, 탁구, 테니스, 골프, 당구 등의 경기는 모두 공을 사용한다. 공의 이용은 너무나도 보편화되어 공이 없는 경기를 상상하기 힘들 정도이다. 공이 운동 경기에서 애용되는 이유는 구형의 단순한 모양, 방향에 상관없는 균일함, 구형 물체가 보이는 운동의 단순함, 그리고 벽이나 다른 물체에 부딪힌 후에 튕겨 나갈 수 있는 성질 때문이다. 운동 경기에 사용하는 공들은 탄성이 있어서 외부에서 힘을 가하여 변형시키면 다시 원래 모양을 회복하려는 복원력을 가지고 있다. 이를 에너지 관점에서 보면, 공은 용수철과 같이 탄성 위치 에너지를 가지고 있어서 변형에 든 일을 탄성 위치 에너지로 저장하고 힘을 가하지 않으면 원상태로 돌아오면서 저장된 위치 에너지를 다른 형태의 에너지로 전환한다. 공이 바닥이나 벽에 부딪힌 후 얼마나 잘 튕기는지는 공의 운동 에너지가 얼마나 효율적으로 탄성 위치 에너지로 저장되고 또한 저장된 탄성 위치 에너지가 얼마나 효율적으로 다시 운동 에너지로 바뀌는가에 달려있다고 할 수 있다. 일반적으로 공이 바닥이나 벽에 충돌할 때 공의 운동 에너지의 일부는 공이나 공과 충돌한 물체, 또는 주위 공기의 열에너지나 진동 에너지로 손실된다. 에너지 보존비율은 충돌 직전 바닥에 수직한 방향의 운동 에너지와 충돌 직후 바닥에 수직한 방향의 운동 에너지의 비(=충돌 후 운동 에너지/충돌 전 운동 에너지)로 실험을 통해 구할 수 있다. 이 비율은 공의 재질에 따라 바뀌고, 농구공, 테니스공, 야구공은 각각 그 비율이 0.81, 0.56, 0.30이 된다고 알려져 있다.

[나]

코일 주변에 자석이 운동하거나 자석 주변에 코일이 운동할 때, 코일에 전류가 발생하는 현상을 전자기 유도라고 한다. 회로에 전류가 흐르려면 전지처럼 전위차를 주는 기전력이 필요하다. 코일에서는 코일과 자석의 상대 운동이 코일 양단에 기전력을 만들어 낸다. 이 기전력을 유도 기전력이라고 하고, 이 때 흐르는 전류를 유도 전류라고 한다. 코일에 생기는 유도 전류는 코일을 통과하는 자기력선의 변화를 방해하는 방향으로 생긴다. 패러데이는 이를 정리하여 유도 기전력은 단위시간당 코일 단면을 통과하는 자기력선수(자속)의 변화량과 코일의 감은 회수에 비례한다고 하였다. 이를 패러데이 법칙이라고 한다. N회 감은 코일에 시간 Δt 동안 코일 내부를 통과하는 자속이 $\Delta\Phi$ 만큼 변화했다면 코일 양단에 유도되는 기전력은

$$V = -\lim_{\Delta t \to 0} N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N\frac{d\Phi}{dt}$$

가 된다. 코일을 통과하는 자속은 자기장이 공간적으로 균일할 때 $\Phi = BA$로 주어진다. 여기서 B는 자기장의 세기이고, A는 자기장에 수직한 회로(또는 코일)의 단면적이다. 유도 기전력에 붙은 '−' 부호는 유도 기전력이 자속의 변화를 방해하는 방향으로 나타남을 의미한다. 자석을 코일에 가까이하면 유도 전류에 의한 자기장이 생겨서 자석의 운동을 방해한다. 따라서 유도 전류를 만들려면 일을 해주어야 한다. 즉, 전자기 유도 현상을 통해 역학적 에너지를 전기 에너지로 변환시킬 수 있다.

[다]

방정식 $f(x)=0$의 해(또는 근)를 구하는 방법은 여러 가지가 있다. 대수적 방법과 기하학적 방법이 그 예이다. 그러나 이러한 방법으로도 해를 구할 수 없는 방정식이 존재한다. 이 경우, 다음과 같이 함수 $y=f(x)$의 x절편이 방정식 $f(x)=0$의 해와 같다는 성질과 $y=f(x)$의 그래프를 이용하여 해의 근사값을 구하는 방법을 생각해 볼 수 있다.

< 뒷면에 계속 >

방정식 $f(x)=0$의 해 중 하나를 x_0라 하자($f(x_0)=0$). 함수 $y=f(x)$의 x절편 x_0의 근사값을 구하기 위하여 $f(x_1)\neq 0$이고 $f'(x_1)\neq 0$이며 근 x_0에 충분히 가까운 임의의 초기값 x_1을 잡고, 함수 $y=f(x)$의 그래프 위의 점 $(x_1,f(x_1))$에서의 접선을 생각한다. 이 접선의 x절편, 즉 접선과 x축이 만나는 점을 x_2라 하자. 계속하여 $(x_2,f(x_2))$에서의 접선의 x절편을 구하여 x_3라 하고, 이 과정을 반복하여 수열 $x_1,x_2,x_3,\ldots$를 구하면, 이 수열 $\{x_n\}$은 함수 $y=f(x)$의 x절편 x_0, 즉 $0=f(x)$의 해 x_0에 일반적으로 수렴한다.

무한 수열 $\{x_n\}(n=1,2,\ldots)$이 $n\to\infty$일 때 x_0에 수렴한다고 할 때, 이를 $\lim_{n\to\infty}x_n=x_0$로 기술한다. 수렴하는 무한 수열의 중요한 성질 중 하나는 다음과 같다. 임의의 자연수 n에 대하여

$$|x_{n+1}-x_0|\le c|x_n-x_0|$$

를 만족시키는 상수 $0\le c<1$가 존재한다면, 무한 수열 $\{x_n\}$은 x_0으로 수렴한다.

<논제 I-1> 제시문 [가]를 참조하여 다음 물음에 답하시오. (25점)

지상 20m 높이에서 농구공을 지면에 평행한 방향으로 0.5m/s의 속력으로 던진다. 던져진 농구공은 중력에 의해 자유 낙하하여 딱딱한 지면과 충돌한다. 제시문 [가]에 따르면 탄성력에 의해 농구공은 충돌 후 튀어 오르고, 이후 중력에 의해 자유 낙하하여 또다시 지면과 충돌하는 과정을 되풀이한다. 공과 공기와의 마찰, 농구공의 크기, 농구공의 회전 운동, 농구공과 지면의 충돌 시간을 무시할 수 있고 지면에 평행한 방향의 운동은 지면과의 충돌에 영향을 주지도 받지도 않는다고 가정한다.

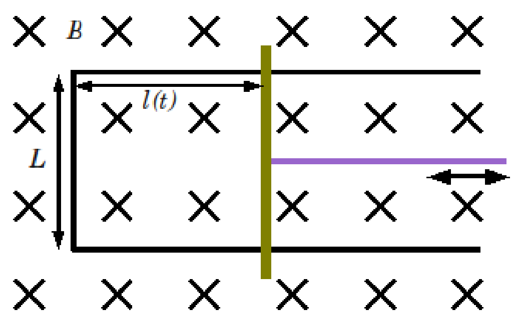
(1) 공이 지면과 충돌할 때, 충돌 직전과 직후의 수평, 수직 방향 속도 변화를 추정하고 그 방법을 논술하시오.

(2) 위 가정에 따르면 공과 지면의 충돌은 무한히 반복된다. 공이 더 이상 튕기지 않을 때까지 걸리는 시간과 그때까지 지면에 평행한 방향으로 이동한 거리를 추정하고 그 방법을 논술하시오. (단, 중력가속도는 $g=10\text{m/s}^2$으로 간주한다)

(3) 실제 상황에서는 지면과의 무한 충돌은 발생하지 않는다. 그 이유를 본 논제에서 사용한 가정과 연관하여 논술하시오. 또한 위의 무한 충돌을 이용한 예측과 실제 상황 사이의 차이를 추정하고, 무한 충돌을 가정한 계산이 실제 결과를 잘 예측할 수 있는지 서술하시오.

<논제 I-2> 제시문 [나]와 [다]를 참조하여 다음 물음에 답하시오. (25점)

지면 뒤쪽으로 세기 B의 균일한 자기장이 향하는 구역 내에 폭이 L인 'ㄷ'자형 구리 도선이 자기장과 수직하게 놓여 있다. 옆 그림과 같이 두 평행한 구리 도선 위에 수직으로 금속 막대가 놓여 있고, 금속 막대는 외부 동력 장치에 연결되어 좌우 방향으로 움직이고 시간 $t(\ge 0)$ 후에 구리 도선 한쪽 끝으로부터 $l(t)=L(t/\tau-1)^2$ 만큼 떨어진 위치에 놓인다고 하자. 여기서 τ는 임의의 시간 상수이다. 금속 막대와 구리 도선은 그 접점에서 전기적으로 연결되고, 금속 막대와 구리 도선 모두 단위 길이당 ρ의 전기 저항을 가진다.



(1) 제시문 [나]에서 설명한 현상에 따르면, 금속 막대의 운동으로 인해 금속 막대와 구리 도선으로 이루어진 회로에 유도 전류가 흐른다. 시간 $t(\ge 0)$에 발생한 유도 전류의 크기와 방향을 시간의 함수로 추정하고, 이 전류 유도 현상에서 에너지 보존 법칙이 성립함을 논술하시오. (단, τ가 충분히 커서 자체 유도 효과는 무시할 수 있다고 가정한다)

(2) 제시문 [다]에 기술한 방법을 수학적으로 표현하고자 한다. 임의의 초기값 $x_1(\neq x_0)$에 대하여, $n\ge 1$일 때, x절편 x_{n+1}을 바로 전 x절편 x_n, $f(x_n)$과 $f'(x_n)$으로 표시할 수 있는 관계식을 이끌어 내는 방법을 논술하고 그 관계식을 구하시오.

(3) 위에서 구한 관계식을 이용하여 유도 전류가 반시계방향으로 $BL/2\rho\tau$만큼 흐르는 순간의 시간 t의 근사값을 구하고자 한다. 먼저 $x=t/\tau$로 놓고, 유도한 방정식을 $f(x)=0$꼴로 변환한 후, 이 함수 $f(x)$에 대해 x_{n+1}과 x_n 사이의 관계식을 구하고, 제시문 [다]에서 기술한 수렴 성질에 의거하여 무한 수열 $\{x_n\}$이 방정식 $f(x)=0$의 해로 수렴하는지를 논술하시오.

< 끝 >