

# 2020학년도 모의논술고사[자연계-물리]

## 1. 2020학년도 모의논술고사 예시답안

(1) 지구의 반지름을  $R$ , 자전 각속도를  $\omega$ 라고 하면, 적도에 있는 질량이  $m$ 인 물체에 작용하는 원심력의 크기는  $m\frac{v^2}{R} = mR\omega^2$  이다 ( $\because v = R\omega$ ). 따라서 적도에 있는 물체에 작용하는 전체 힘의

크기  $ma = G\frac{mM}{R^2} - mR\omega^2$  이고, 적도에서 물체의 중력 가속도의 크기  $a = G\frac{M}{R^2} - R\omega^2$  이다.

그러므로 지구가 구형이라 가정 할 때, 적도와 극지방의 중력 가속도의 크기 차이는  $R\omega^2$  이다.

(2) 입자 1에 대해서 질량  $m$ 을 구하면,  $\frac{1}{2}mv^2 = q(\Delta V)$ 에서  $v = \sqrt{\frac{2q(\Delta V)}{m}}$  이다.  $R = \frac{mv}{qB}$  이므로

$R = \frac{m\sqrt{2q(\Delta V)/m}}{qB}$  이다. 따라서  $R^2 = \frac{m}{q} \times \frac{2(\Delta V)}{B^2}$  으로부터  $m = \frac{qB^2R^2}{2(\Delta V)}$  이다. 같은 방법으로

입자 2에 대해서 질량  $m' = \frac{(2q)B^2(R')^2}{2(\Delta V)}$  을 얻는다. 따라서  $\frac{m'}{m} = \left(\frac{2q}{q}\right)\left(\frac{R'}{R}\right)^2 = 8$  에서  $\frac{R'}{R} = 2$  이다.

즉,  $R'$ 이  $R$ 보다 두 배 더 크다.

(3) 원형 궤도의 가장 높은 곳에서 연직 위 방향으로 속력  $v$ 로 공을 던진 직후 공의 처음 속도를 수직( $v_y$ )과 수평( $v_x$ ) 성분으로 나누면,  $v_y = v$ ,  $v_x = R\omega$ 가 된다. 하지만 공이 지면에 도달할 때까지 걸리는 시간  $t$ 는 수평 방향의 속력과는 무관하고 오직 수직 방향의 속력에만 의존한다. 원형 궤도의 중심을 좌표의 원점으로 정하고 등가속도 운동에 관한 식을 적용하면,  $t (> 0)$ 는 다음과 같다.

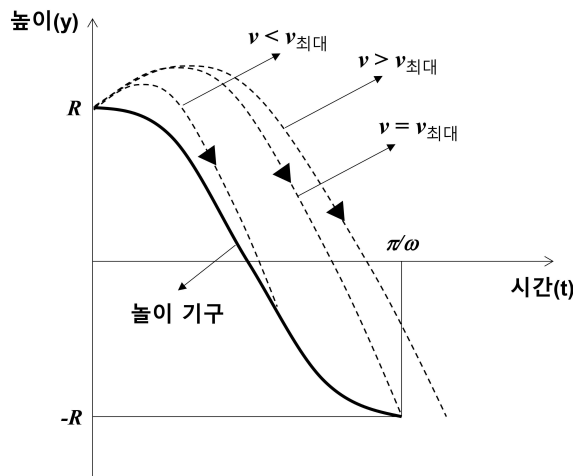
$$-H = R + vt - \frac{1}{2}gt^2 \quad \therefore t = \frac{v + \sqrt{v^2 + 2g(H+R)}}{g}$$

(4) 시간  $t$ 가 지난 후 높이 기구와 공이 지면으로부터 같은 높이에 위치한다면 다음과 같은 방정식을 만족한다. 여기서 원형 궤도의 중심을 좌표의 원점으로 정하였다.

$$R\cos(\omega t) = R + vt - \frac{1}{2}gt^2$$

시간( $t$ )에 따른 높이 기구(실선)와 공(점선)의 높이( $y$ )를 그래프로 나타내면, 공의 속력  $v$ 가 최댓값 일 때, 높이 기구와 공은 원형 궤도의 가장 낮은 곳을 동시에 지나간다. 즉,  $\cos(\omega t) = -1$ ,  $t = \frac{\pi}{\omega}$  이

다.  $t$ 를 위의 방정식에 대입하여  $v$ 의 최댓값을 구하면 다음과 같다.  $\therefore v_{\text{최대}} = \frac{\pi g}{2\omega} - \frac{2R\omega}{\pi}$



## 2. 2020학년도 모의논술고사채점 기준

(1)  $R, \omega$ 를 이용하여 적도에서 원심력의 크기를  $m\frac{v^2}{R} = mR\omega^2$  기술하였음. (3점)

$ma = G\frac{mM}{R^2} - mR\omega^2$  관계식으로부터 가속도의 크기  $a = G\frac{M}{R^2} - R\omega^2$  기술하였음. (3점)

적도와 극지방의 중력 가속도 크기 차이는  $R\omega^2$  임을 논리적으로 설명하였음. (4점)

(2)  $\frac{1}{2}mv^2 = q(\Delta V)$ 에서  $v = \sqrt{\frac{2q(\Delta V)}{m}}$  기술하였음. (2점)

$R = \frac{mv}{qB}$  이므로  $R = \frac{m\sqrt{2q(\Delta V)/m}}{qB}$  기술하였음. (2점)

$R^2 = \frac{m}{q} \cdot \frac{2(\Delta V)}{B^2}$  으로부터  $m = \frac{qB^2R^2}{2(\Delta V)}$  기술하였음. (2점)

같은 방법으로 입자 2에 대해서 질량  $m' = \frac{(2q)B^2(R')^2}{2(\Delta V)}$  기술하였음. (2점)

$\frac{m'}{m} = \left(\frac{2q}{q}\right)\left(\frac{R'}{R}\right)^2 = 8$  에서  $\frac{R'}{R} = 2$  임을 기술하였음. (2점)

(3) 공이 지면에 도달할 때까지 걸리는 시간  $t$ 는 수직 방향의 속력에만 의존함을 기술하였음. (3점)

시간에 따른 공의 높이를 표현하는 운동 방정식을 다음과 같이 기술하였음. (3점)

$$-H = R + vt - \frac{1}{2}gt^2$$

운동 방정식을 이용하여 공의 낙하 시간을 다음과 같이 구하였음. (4점)

$$t = \frac{v + \sqrt{v^2 + 2g(H+R)}}{g}$$

(4) 놀이 기구와 공이 지면으로부터 같은 높이에 동시에 위치할 때 만족하는 운동 방정식을 다음과 같이 기술하였음. (3점)

$$R\cos(\omega t) = R + vt - \frac{1}{2}gt^2$$

공의 속도  $v$ 가 최댓값일 때 놀이 기구와 공은 원형 궤도의 가장 낮은 수직 위치를 동시에 지남을 기술하였음. (3점)

공의 속도  $v$ 의 최댓값을 다음과 같이 구하였음. (4점)

$$v_{\text{최대}} = \frac{\pi g}{2\omega} - \frac{2R\omega}{\pi}$$

### 3. 2020학년도 모의논술고사문항 해설

자연계 물리영역 [문제 II-1]에서는 고등학교 물리 I 교과서의 ‘시간, 공간, 운동’ 단원과 고등학교 물리 II 교과서의 ‘운동과 에너지’ 단원에서 배우는 만유인력과 중력 가속도의 개념을 이해하고 주어진 문제 상황에 맞게 적용하는 능력을 평가하였다. 구체적으로 [문제 II-1]의 문제는 지구가 자전할 때 발생하는 원심력이 물체의 중력 가속도에 어떻게 영향을 주는지 이해하고 적도와 극지방에서의 중력 가속도의 크기 차이를 구하는 문제이다.

[문제 II-2]에서는 고등학교 물리 교과과정 중 “전기와 자기” 부분에서 다루는 균일한 자기장 내에서 운동하는 전하에 관한 문제를 출제하였다. 균일한 자기장 내에서 전하의 운동 방향이 자기장에 수직인 경우 전하는 자기력에 의해 등속 원운동을 한다는 개념을 적용하여 입자의 전하량과 질량비가 주어졌을 때 원형 궤도의 반지름의 비를 구하는 문제이다. [문제 II-1], [문제 II-2]과 관련된 제시문 [가], [나], [다], [라]는 고등학교 물리 I, II 교과서 내용을 바탕으로 재구성 하였으므로 수험생이 제시문을 바탕으로 논제의 실마리를 스스로 찾을 수 있다.

[문제 II-3]에서는 고등학교 물리 I 교과서의 ‘시간, 공간, 운동’ 단원과 고등학교 물리 II 교과서의 ‘운동과 에너지’ 단원에서 배우는 ‘속도와 가속도’, ‘포물선 운동과 원운동’의 개념을 이해하고 주어진 문제 상황에 맞게 적용하는 능력을 평가하였다. 구체적으로 [문제 II-3]의 첫 번째 문제는 일정한 힘이 작용하는 공간에서 물체가 움직일 때, 운동 방향을 수직과 수평 성분으로 나누어 접근하는 해결 능력을 평가하였다. 특히 문제의 상황에서는 공이 가진 수평 방향의 초기 속력은 공의 낙하 시간과 무관하다는 것을 이해하여야 한다. 즉, 공이 그리는 궤적은 2차원 포물선 형태이지만 문제에서 요구하는 낙하 시간은 1차원 등가속도 운동 방정식을 푸는 것으로 산출할 수 있다.

[문제 II-3]의 두 번째 문제는 등가속도 운동을 하는 물체의 위치가 초기 속력에 따라 어떻게 달라지는지를 예측할 수 있는 능력을 평가하였다. 문제의 풀이에서 알 수 있듯이, 시간에 따른 물체의 위치 변화를 그래프를 통해 추적하면 복잡한 산술 과정 없이 문제에서 요구하는 해답을 쉽게 얻을 수 있다. [문제 II-3]에서는 물리 공식에 단순히 대입하거나 산술 계산에 몰입되는 문제를 탈피하여 물리적 직관력과 통찰력을 통해 해답을 쉽게 얻을 수 있는 문제를 출제하고자 노력하였다. [문제 II-3]과 관련된 제시문 [마], [바], [사]는 고등학교 물리 I, II 교과서 내용을 바탕으로 재구성 하였으므로 수험생이 제시문을 바탕으로 논제의 실마리를 스스로 찾을 수 있다.