

[ 문항정보 ]

<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사		
전형명	온라인 모의논술	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의학계열(물리) / 문제 II	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	물리I/물리II	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리I/물리II
	핵심개념 및 용어	중력, 단진동, 관성법칙, 힘의 평형, 전기력
예상 소요 시간	60분	

문항 및 제시문

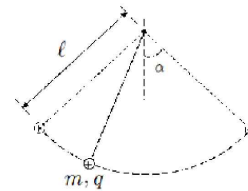
II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. < 물리 >

[가] 물체에 작용하는 알짜힘이 0일 때 정지해 있던 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 일직선으로 등속 운동한다. 이를 뉴턴 운동 제1법칙 또는 관성 법칙이라고 한다.

[나] 진자가 왕복 운동할 때 진자의 위치에 따라 속도와 가속도의 크기, 방향이 계속 변한다. 진자의 가속도 방향은 알짜힘의 방향과 같으며, 진자에 작용하는 알짜힘은 중력과 장력의 합이다. 중력의 경우 진자가 어느 위치에 있던 크기가 항상 일정하며 방향도 아래방향이지만, 장력은 진자의 위치에 따라 크기와 방향이 변한다.

[다] 길이가  $\ell$ 인 실에 연결된 진자가 왕복 운동할 때 진자의 주기는  $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ 로 주어지며, 진자의 길이나 중력 가속도가 달라지면 주기도 변하게 된다. 중력가속도가 지구의  $\frac{1}{6}$ 인 달에서는 같은 길이의 진자라도 주기가  $\sqrt{6}$ 배가 된다. 달에서는 추시계가 약 2.4배 느리게 가는 것이다.

[라] 전기장은 크기와 방향을 갖는다. 그 크기는 전기장 내에 있는  $+q$ 의 전하가 받는 전기력을  $q$ 로 나눈 값이며, 전기장의 방향은 이 전하가 받는 힘의 방향과 같다. 즉, 전기장 속에 전하  $+q$ 를 놓았을 때 이 전하가 받는 전기력의 크기  $F$ 는 전기장의 세기  $E$ 와  $F=qE$ 의 관계를 만족한다.



[그림 1]

질량  $m$ 인 진자에 양의 전하  $q$ 가 대전되어 있다. 이 진자가 길이  $\ell$ 인 실에 매달려 있고, 실의 끝은 지표면에 수직인 벽면의 한 점에 고정되어 있다. 벽면과 진자의 마찰은 없으며, 진자에 대전된 전하량  $q$ 는 변하지 않는다고 가정한다. 진자를 연직선에 비해 각도  $\alpha$ 만큼 들어올려서  $t=0$ 인 순간부터 중력에 의해 진자가 최대 각도  $\alpha$ 를 갖는 단진동을 시작하였다. 중력가속도는  $g$ 로 표시하고, 실이 끊어지지 않고 버틸 수 있는 힘의

최댓값은  $T_o = \frac{3}{2}mg \cos \alpha$ 이다.

[문제 II-1] (1)  $t=t_1$ 인 순간 공간상에 균일한 전기장  $\vec{E}$ 를 만들어서  $t \geq t_1$ 에서 공간상에 균일한 전기장  $\vec{E}$ 가 유지되도록 만들었다. 그 결과, 단진동을 하던 추는  $t \geq t_1$ 에서 움직임이 없는 정지 상태를 유지하였다. 정지해 있을 수 있는 추의 위치를 그림으로 표시하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(2) (1)번 문제에서 추를 정지하도록 만드는 균일한 전기장의 크기  $|\vec{E}|$ 는 여러 가지 값을 가질 수 있다.  $|\vec{E}|$ 의 최솟값,  $|\vec{E}|_{\min}$ 을 구하고 그 때  $\vec{E}$ 의 방향을 그림으로 표시하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(3) (1)번 문제에서 추를 정지하도록 만드는 균일한 전기장의 크기  $|\vec{E}|$ 의 최댓값,  $|\vec{E}|_{\max}$ 을 구하고 그 때  $\vec{E}$ 의 방향을 그림으로 표시하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(4) (3)번 문제에서 주어진  $|\vec{E}|_{\max}$ 의 크기를 갖는 균일한 전기장에 의해 추는 정지한 상태에 있다.  $t \geq t_2$  (단,  $t_2 > t_1$ )에서 전기장의 방향은 유지한 상태로 전기장의 세기를 절반으로 줄이면, 그 때부터 추가 새로운 단진동을 시작하도록 만들 수 있다. 이 단진동의 주기를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

**의도**

물리 문제에서는 고등학교 물리 교과서에 설명된 지식의 이해를 바탕으로 과학 분야의 통합적인 사고능력과 물리 지식의 적용 능력을 측정하고자 하였다. 문제 II는 중력, 단진동, 판성 법칙, 힘의 평형, 전기력의 개념을 바르게 이해하고 그림을 사용하여 이해한 바를 효과적으로 표현할 수 있는가를 평가하는 문제이다.

**출제 근거**

1. 근거

교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2009-41호 “고교 과학과 교육과정 해설서”
성취기준	1. 교육과정 문서 (1) 물리 II (191쪽) ② 물체에 작용하는 힘이 주어졌을 때 운동변화를 정량적으로 이해한다. <b>작용하는 알짜힘의 방향이 가속도의 방향과 같음</b> 을 알게 하고, 속도의 변화로부터 가속도를 구하여 물체에 작용하는 알짜힘의 방향을 찾을 수 있게 함으로써 뉴턴의 운동법칙을 이해하게 한다. 등가속도 운동의 경우 일,운동에너지 정리를 정량적으로 이해하게 한다. (2) 물리 II (192쪽) ⑥ 단진동의 의미와 진자의 주기에 영향을 주는 변인을 이해한다. <b>물체에 작용하는 힘의 크기가 변위의 크기에 비례하고 힘의 방향이 변위의 반대일 때</b> 일어나는 운동이 단진동임을 알게하고, 단진자의 속도에 대한 벡터 분석을 통하여 가속도 방향과 진자에 작용하는 알짜힘에 대해 알게 한다. 역학적 에너지 보존 법칙으로부터 위치에너지가 최대일 때 진자의 진폭은 최대이며, 평형점에서 운동에너지가 최대임을 알게 한다. 용수철 진자와 단진자의 주기에 영향을 주는 변인에 대해 이해하게 한다.

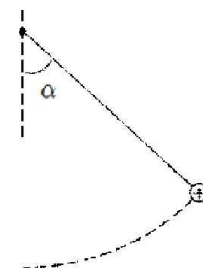
2. 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리 I	곽성일 외	천재교육	2011	34
	물리 I	김영민 외	교학사	2011	43
	물리 II	김영민 외	교학사	2011	37,53
	물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	54
	물리 I	김영민 외	교학사	2011	106
	물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	125
기타					

**문항 해설**

제시문의 내용은 힘의 평형, 진자의 단진동, 단진동의 주기, 전기력을 기술한 것으로 고등학교 물리 교과서에서 발췌 및 편집하였다. 힘의 평형, 단진동, 주기, 전기력 등과 관련한 제시문을 이용하여 물리적 개념에 대한 이해와 논리적인 사고를 정리하고, 문항에서 요구하는 질문을 해결하는 능력을 필요로 한다.

**예시 답안**

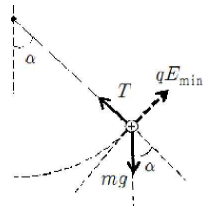


[그림 1]

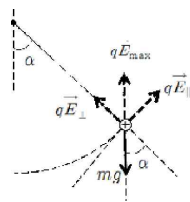
[문제 II-1](1)  $t \geq t_1$ 에서 진자가 정지해 있기 위해서는, 전기장을 발생시키는 순간 진자가 이미 정지해 있어야하며, 정지 상태에서 힘의 평형을 이루도록 전기장을 생성하면 된다. 진자는 양쪽 최대 진폭으로 벌어진 위치에서 순간적으로 정지해 있으므로, 전기장을 발생시키는 시점은 진자가 최대 진폭에 위치해 있을 때이다. [그림 1]에 표시된 진자의 위치와 연직선에 대해 대칭되는 위치, 즉 최대 진폭일 때인 양 끝 두 위치에서 진자가 균일한 전기장에 의해 정지해 있을 수 있다.

(2) [그림 2]와 같이 진자가 오른쪽 최대 진폭에 위치해 있는 경우를 고려해 본다. 전기장이 생성되는 순간, 진자에 작용하는 중력과 장력을 단진동하는 진자가 지나는 궤적인 호에 접하는 성분( $F_{\parallel}$ )과 호에 수직인 성분( $F_{\perp}$ )으로 나누어 표시해 보면 [그림 2]와 같이 실선 화살표로 표시할 수 있고,  $F_{\parallel} = mg \sin \alpha$ ,  $F_{\perp} = mg \cos \alpha - T = 0$ 로 나타낼 수 있다. 이 힘의 성분들을 상쇄시키도록  $q|\vec{E}_{\parallel}| = mg \sin \alpha$ 인 균일한 전기장을 형성시키면 진자가 정지 상태를 유지한다. 하지만  $\vec{E}$ 가 장력의 반대 방향으로 실이 끊어지지 않게 하는 범위에서 0이 아닌 성분을 갖는 경우에도, 이에 맞춰서 장력이

증가하고 여전히 힘의 평형 상태를 유지할 수 있게 된다. 따라서  $|\vec{E}|$ 가 최솟값을 갖는 경우는  $\vec{E}$ 의 방향이 [그림2]와 같이 점선 화살표로 표시된 접선 성분만 가질 때이다. 그 크기는  $q|\vec{E}|_{\min} = mg \sin \alpha$ 이고,  $|\vec{E}|_{\min} = \frac{mg \sin \alpha}{q}$ 이 된다. 진자가 연직선에 대해 대칭인 곳에 위치해 있을 때에도 같은 방식으로 생각할 수 있고, 그 때에  $|\vec{E}|_{\min} = \frac{mg \sin \alpha}{q}$ , 전기장의 방향은 [그림2]에 표시된 방향에 대해 연직선에 대칭으로 표시된다.



[그림 2]



[그림 3]

(3)  $|\vec{E}|_{\max}$ 를 갖는 전기장은 (2)에서 얻어진 접선 성분 이외에 추가적으로 수직 성분도 추가되어야 하고, 수직 성분은 장력과 같은 방향인 경우와 반대 방향인 경우로 나누어 생각해 볼 수 있는데 실이 끊어지지 않고 버틸 수 있는 힘의 최댓값이  $T_o = \frac{3}{2}mg \cos \alpha$ 라는 조건으로 부터 전기장의 수직 성분이 장력과 같은 방향인 경우에 전기장의 세기가 최댓값을 가질 수 있다.([그림3] 참조) 이 경우에 전기장의 수직 성분이 장력의 역할을 하므로  $T=0$ 이 되고,  $q|\vec{E}| = mg \cos \alpha$ 가 된다. 따라서

$|\vec{E}|_{\max} = \frac{\sqrt{(mg \cos \alpha)^2 + (mg \sin \alpha)^2}}{q} = \frac{mg}{q}$ 가 된다. 전기장의 방향은 [그림 3]에 점선으로 표시된  $qE_{\max}$ 와 같고 중력의 반대 방향이다. 진자가 연직선에 대해 대칭인 곳에 위치해 있을 때에도 같은 방식으로 생각할 수 있고, 그 때에  $|\vec{E}|_{\max} = \frac{mg}{q}$ , 전기장의 방향은 [그림3]에 표시된 방향에 대해 연직선에 대칭으로 표시된다.

(4) 논제 (3)에서 전기장의 방향은 유지하면서 크기가 절반이 되면  $E_1 = \frac{mg}{2q}$ 이므로, 진자에 작용하는 연직방향의 알짜 힘은  $mg/2$ 가 된다. 즉, 중력 가속도가  $g/2$ 로 줄어든 것과 같은 효과를 나타내므로, 이 단진동의 주기는  $T = 2\pi \sqrt{\frac{2\ell}{g}}$ 이 된다.