

출제 의도

물리 문제에서는 고등학교 물리 교과서에 설명된 지식의 이해를 바탕으로 과학 분야의 통합적인 사고능력과 물리 지식의 적용 능력을 측정하고자 하였다. 문제 II는 힘과 가속도, 중력, 탄성력의 개념을 바르게 이해하고 그래프를 사용하여 이해한 바를 효과적으로 표현할 수 있는가를 평가하는 문제이다.

출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 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. 물체에 작용하는 알짜힘의 방향이 가속도의 방향과 같음 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. 물체에 작용하는 힘의 크기가 변위의 크기에 비례하고 힘의 방향이 변위의 반대인 때 일어나는 운동이 단진동을 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 II	곽성일 외	천재교육	2011	25
	물리 I	김영민 외	교학사	2011	42
	물리 I	김영민 외	교학사	2011	44-45
	물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	26-27
	물리 I	김영민 외	교학사	2011	54
기타	물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	51

문항 해설

제시문의 내용은 힘과 가속도에 관한 알짜힘, 뉴턴의 운동법칙, 용수철의 탄성력을 기술한 것으로 고등학교 물리 I, II 교과서에서 발해 및 편집하였다. 제시문에 제시된 알짜힘, 뉴턴의 운동법칙, 용수철의 탄성력 등을 이용하여 문제를 구성하여 힘과 운동의 원리에 대한 이해와 논리적인 사고를 통해 문항에 제시된 자료를 해석하는 능력을 요구하는 문항이다.

예시 답안

[문제 II-1]

물체 A에 작용하는 힘은 중력과 탄성력이고 가속도의 크기는 α 로 주어져 있으므로, 용수철이 압축된 길이를 y 라고 하면 뉴턴의 운동법칙으로부터 $m\alpha = ky - mg$ 를 만족하고, $y = \frac{m}{k}(\alpha + g)$ 로 주어진다. 그런데, y 는 ℓ_0 보다 클 수 없으므로 $y = \frac{m}{k}(\alpha + g) \leq \ell_0$ 부등식으로부터 $\alpha = \left(\frac{k}{m}\ell_0 - g\right)$ 가 될 때까지 $y = \frac{m}{k}(\alpha + g)$ 의 관계가 성립함을 알 수 있다. 따라서

(i) $0 \leq \alpha \leq \left(\frac{k}{m}\ell_0 - g\right)$

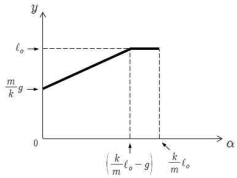
$y = \frac{m}{k}(\alpha + g)$

(ii) $\left(\frac{k}{m}\ell_0 - g\right) \leq \alpha \leq \frac{k}{m}\ell_0$

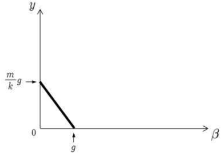
$y = \ell_0$ 로 일정하다.

α 와 y 의 관계를 그래프로 나타내면 다음과 같다.

[문제 II-2]

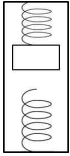


(1) 물체 A에 작용하는 힘은 역시 중력과 탄성력이고 가속도의 크기는 β 로 주어지 있지만, 앞의 논제와는 달리 가속도의 방향이 반대이다. 용수철이 압축된 길이를 y 라고 하면 뉴턴의 운동법칙으로부터 $m\beta = mg - ky$ 를 만족하고, $y = \frac{m}{k}(g - \beta)$ 로 주어진다. β 와 y 의 관계를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



(2) β 의 크기가 g 보다 커지면 물체 A가 상자의 윗면에 위치한 용수철을 압축하게 되므로 $m\beta = ky + mg$ 로부터 $y = \frac{m}{k}(\beta - g)$ 를 얻을 수 있다. 그런데, y 는 l_0 보다 클 수 없으므로 $y = \frac{m}{k}(\beta - g) \leq l_0$ 부등식으로부터 $\beta = \left(\frac{k}{m}l_0 + g\right)$ 가 될 때까지만 윗면에 있는 용수철을 부분적으로 압축하고, $\left(\frac{k}{m}l_0 + g\right) \leq \beta \leq \frac{2k}{m}l_0$ 구간에서는 용수철이 이미 완전히 압축된 상태이므로 윗면과 접촉하게 된다. 따라서 물체 A의 위치와 스프링의 상태를 그림으로 나타내면

(i) $g < \beta < \left(\frac{k}{m}l_0 + g\right)$ 에서는 스프링이 부분적으로 압축되고



(ii) $\left(\frac{k}{m}l_0 + g\right) \leq \beta \leq \frac{2k}{m}l_0$ 에서는 스프링이 완전히 압축되어 물체 A는 윗면과 접촉한 상태를



유지한다.

(3) 상자의 내면이 물체 A를 미는 힘이 0이 아니기 위해서는 내면과 물체 A가 접촉한 상태여야 하므로, $\left(\frac{k}{m}l_0 + g\right) < \beta$ 에서 미는 힘이 0이 아닌 값을 갖게 된다.