

# 부록 3 문항카드 양식 3 (자연계열 - 수학)

## 3-1-1. 문항카드 양식 1 (자연계열)

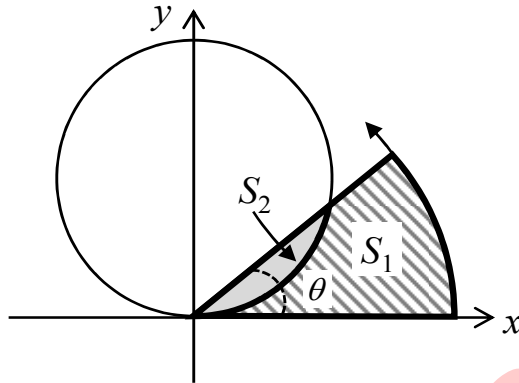
[송실대학교 문항정보]

### 1. 일반 정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사	
전형명	2018학년도 송실대학교 신입학 수시 논술고사	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	[문제 1] (1)	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	미적분학II
	핵심 개념 및 용어	호도법, 삼각함수, 도함수의 활용
예상 소요 시간	30분	

### 2. 문항 및 제시문

<그림 1>과 같이 중심이  $(0, 2)$ 이고 반지름의 길이가 2인 원과 중심이 원점이고 반지름의 길이가  $2\sqrt{3}$ 인 부채꼴을 겹쳐 놓았다. 부채꼴의 한 변이  $x$ 축 위에 있고 중심각의 크기가  $\theta$  ( $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{3}$ )일 때, 부채꼴에서 원과 겹치지 않는 영역의 넓이를  $S_1(\theta)$ , 부채꼴과 원이 겹치는 영역의 넓이를  $S_2(\theta)$ 라 하자.  $S_1(\theta) - S_2(\theta)$ 가 최대가 될 때의  $\theta$ 에 대해  $\cos 2\theta$  값을 구하시오.



<그림 1>

### 3. 출제 의도

본 문제는 그림으로 주어진 상황을 이해하고, 호도법과 삼각함수의 성질을 이용하여 요구되는 값을 수식으로 표현하는 능력과, 이를 미분법으로 통해 최적화하는 능력을 평가하고자 한다.

### 4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

문항 및 제시문	관련 성취기준
[문제 1] (1)	교육과정 [미적분II] - (나) 삼각함수 - ① 삼각함수의 뜻과 그래프 ① 일반각과 호도법의 뜻을 안다. ③ 삼각함수를 활용하여 간단한 문제를 해결할 수 있다.
	성취기준· 성취수준 [미적분II] - (나) 삼각함수 - ② 삼각함수의 미분 ③ 사인함수와 코사인함수를 미분할 수 있다. [미적분II] - (다) 미분법 - ② 도함수의 활용 ② 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.
	[미적분II] - 나. 삼각함수 - 1) 삼각함수의 뜻과 그래프 미적2211-2. 호도법의 뜻을 알고, 각을 호도법으로 나타낼 수 있다. 미적2212-3. 삼각함수를 활용하여 간단한 문제를 해결할 수 있다. [미적분II] - 나. 삼각함수 - 2) 삼각함수의 미분

미적2223. 사인함수와 코사인함수를 미분할 수 있다.  
 [미적분II] - 다. 미분법 - 2) 도함수의 활용  
 미적2322. 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.

\*: 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 8] “수학과 교육과정”

\*\*: 교육과학기술부 발간 「2009 개정 교육과정에 따른 성취기준·성취수준: 고등학교 수학」(교육과학기술부 발간등록번호 11-1341000-002322-01)

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	미적분II	김원경 외 11명	비상교육	2014	253
	미적분II	김창동 외 14명	교학사	2014	231
	미적분II	이강섭 외 14명	미래엔	2014	232

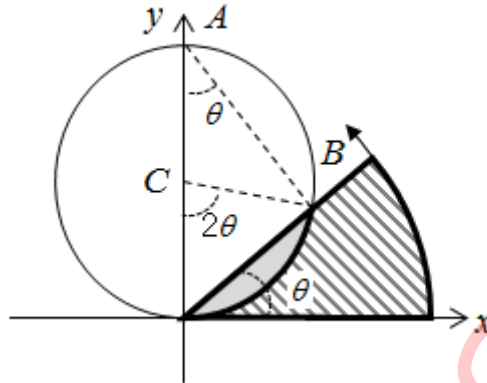
5. 문항 해설

삼각함수는 원, 삼각형과 관련된 문제를 분석하고 해결하는 데 매우 유용한 도구이며, 미분법은 수학적 모델로 주어진 문제를 최적화하는 최고의 도구이다. 본 문항은 주어진 그림으로부터 요구되는 값을 파악할 수 있는지, [미적분II] ‘삼각함수’ 단원에서 다루어지는 호도법과 삼각함수를 이용하여 요구되는 값을 수식으로 정확히 표현할 수 있는지, ‘미분법’ 단원에서 다루어지는 미분법의 응용을 통해 주어진 함수의 최댓값을 찾을 수 있는지, 풀이 과정을 논리적으로 전개할 수 있는지를 평가한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준
(1)	$S_2(\theta) = \frac{(2\theta)}{2} \cdot 2^2 - \frac{1}{2} \cdot 2^2 \cdot \sin 2\theta$ $= 4\theta - 2\sin 2\theta$
	$T(\theta) = S_1(\theta) - S_2(\theta) = 4\sin 2\theta - 2\theta$
	$\frac{dT}{d\theta} = 8\cos 2\theta - 2.$
	$\cos 2\theta = \frac{1}{4}$ 에서 극값이고 최대임을 보임.

7. 예시 답안



원과  $y$ 축이 만나는 점 중 원점이 아닌 점을  $A$ , 원과 부채꼴의 외곽선이 만나는 점 중에서 원점이 아닌 점을  $B$ , 원의 중심을  $C$ 라고 하자. 이때, 원과 직선의 성질에 의해  $\angle BAC = \theta$ 가 되고, 따라서  $\angle BCO = 2\theta$ 가 된다.

모든 각이 호도법으로 표기된다면, 주어진 부채꼴의 넓이는  $\frac{1}{2}(2\sqrt{3})^2\theta$ 이다. 또한 부채꼴  $BCO$ 의 넓이는  $\frac{1}{2}2^2(2\theta) = 4\theta$ 이다.  $S_2$ 는 부채꼴  $BCO$ 의 넓이에서 삼각형  $BCO$ 의 넓이를 뺀 값이므로

$$\begin{aligned} S_2(\theta) &= \frac{(2\theta)}{2} \cdot 2^2 - \frac{1}{2} \cdot 2^2 \cdot \sin 2\theta \\ &= 4\theta - 2\sin 2\theta \end{aligned}$$

이다. 따라서

$$S_1(\theta) = 6\theta - S_2(\theta) = 2\theta + 2\sin 2\theta$$

이고

$$T(\theta) = S_1(\theta) - S_2(\theta) = 4\sin 2\theta - 2\theta$$

이다. 이 함수의 도함수는

$$\frac{dT}{d\theta} = 8\cos 2\theta - 2$$

이다. 이 도함수는  $[0, \pi/3]$ 에서 감소함수이고,  $\theta = 0$ 에서  $6$ ,  $\theta = \frac{\pi}{3}$ 에서  $-6$ 이므로,

$T(\theta) = S_1 - S_2$ 는  $\cos 2\theta = \frac{1}{4}$ 인  $\theta$ 를 기준으로 증가에서 감소로 바뀌므로, 이 값에서 최대가 된다.

### 3-1-2. 문항카드 양식 2 (자연계열)

#### 1. 일반 정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사	
전형명	2018학년도 송실대학교 신입학 수시 논술고사	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	[문제1] (2)	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 II, 확률과 통계, 미적분II
	핵심 개념 및 용어	등비수열, 등비급수, 이산확률분포, 기댓값
예상 소요 시간	30분	

#### 2. 문항 및 제시문

공격에 성공하는 승자가 나올 때까지 두 사람이 번갈아 가며 공격하는 게임이 있다. 이 게임에서 한 번의 공격이 성공할 확률은  $\frac{1}{3}$ , 실패할 확률은  $\frac{2}{3}$ 이다. A와 B가 이 게임을 두 번 시행하면서 첫 번째 게임은 A의 공격으로 시작하고, 두 번째 게임은 첫 번째 게임에서 진 사람의 공격으로 시작하기로 하였다. A가 승자가 되는 횟수의 기댓값을 구하시오.

#### 3. 출제 의도

본 문제는 주어진 조건으로부터 각각의 경우에 대한 확률을 계산하여 이산확률분포를 완성하는 능력과, 이 분포의 기댓값을 계산하는 능력을 평가하고자 한다.

#### 4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
[문제1] (2)	교육과정	[수학II] - (다) 수열 - ① 등차수열과 등비수열 ③ 등비수열의 뜻을 알고, 첫째 항부터 제 $n$ 항까지의 합을 구할 수 있다. [확률과 통계] - (나) 확률 - ② 조건부확률

성취기준· 성취수준	③ 확률의 곱셈정리를 이해하고 이를 활용할 수 있다. [확률과 통계] - (다) 통계 - ① 확률분포 ① 이산확률변수의 기댓값(평균)과 표준편차를 구할 수 있다. [미적분] - (가) 수열의 극한 - ② 급수 ② 등비급수의 뜻을 알고, 그 합을 구할 수 있다. ③ 등비급수를 활용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.
	[수학II] - 다. 수열 - 1) 등차수열과 등비수열 수학2313. 등비수열의 첫째항부터 제 $n$ 항까지의 합을 구할 수 있다. [확률과 통계] - 나. 확률 - 2) 조건부확률 확통1223. 확률의 곱셈정리를 이해하고 이를 활용할 수 있다. [확률과 통계] - 다. 통계 - 1) 확률분포 확통1312-1 이산확률변수의 기댓값(평균)을 구할 수 있다. [미적분] - 가. 수열의 극한 - 2) 급수 미적1122. 등비급수의 뜻을 알고, 그 합을 구할 수 있다. 미적1123. 등비급수를 활용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.

\*: 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 8] “수학과 교육과정”

\*\*: 교육과학기술부 발간 「2009 개정 교육과정에 따른 성취기준·성취수준: 고등학교 수학」(교육과학기술부 발간등록번호 11-1341000-002322-01)

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	수학II	류희찬 외 17명	천재 교과서	2014	253
	수학II	우정호 외 24명	동아출판	2014	280
	수학II	조도연 외 12명	경기도교육청	2014	256
	확률과 통계	우정호 외 24명	동아출판	2014	260
	확률과 통계	김원경 외 11명	비상교육	2014	221
	확률과 통계	이준열 외 9명	천재교육	2014	230
	미적분I	류희찬 외 17명	천재 교과서	2014	230
	미적분I	신항균 외 11명	지학사	2014	214
	미적분I	김원경 외 11명	비상교육	2014	265

5. 문항 해설

확률과 통계는 주어진 상황에 대한 가능성을 평가하는데 매우 유용한 도구이다. 본 문항은 [확률과 통계] ‘조건부 확률’, [수학II] ‘등비수열’ 단원의 내용을 통해 주어진 상황의 각각의 경우에 대한 확률을 표현할 수 있는지, [미적분I] ‘수열의 극한’ 단원의 내용을 그 값을 계산할 수 있는지, [확률과 통계] ‘확률분포’ 단원의 내용인 이산확률분포의 모델을 완성하고 이 상황의 기댓값을 구할 수 있는지, 풀이 과정을 논리적으로 전개할 수 있는지를 평가한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	
	처음 공격한 사람이 승리할 확률은 $\frac{3}{5}$	
	나중에 공격한 사람이 승리할 확률은 $\frac{2}{5}$	
(2)	$P[\text{처음 } A \text{ 승리, 다음 } A \text{ 승리}] = \frac{6}{25}$	$P[\text{처음 } A \text{ 승리, 다음 } B \text{ 승리}] = \frac{9}{25}$
	$P[\text{처음 } B \text{ 승리, 다음 } A \text{ 승리}] = \frac{6}{25}$	$P[\text{처음 } B \text{ 승리, 다음 } B \text{ 승리}] = \frac{4}{25}$
	승자가 되는 횟수의 기댓값 $\frac{27}{25}$	

7. 예시 답안

처음 공격한 사람이 승리할 확률은

$$\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} + \dots + \left(\frac{2}{3}\right)^{2n} \cdot \frac{1}{3} + \dots = \frac{1}{3} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{2}{3}\right)^{2n} = \frac{1}{3} \frac{1}{1 - \frac{4}{9}} = \frac{3}{5}$$

이고, 나중에 공격한 사람이 승리할 확률은

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} + \dots + \left(\frac{2}{3}\right)^{2n+1} \cdot \frac{1}{3} + \dots = \frac{2}{9} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{2}{3}\right)^{2n} = \frac{2}{9} \frac{1}{1 - \frac{4}{9}} = \frac{2}{5}$$

이다. 두 번의 게임에서 A가 승자가 되는 횟수의 경우는 다음과 같다.

	첫 번째 게임	
두 번째 게임	A가 승리	B가 승리
A가 승리	2	1
B가 승리	1	0

첫 번째 게임에서 A가 승리하는 사건을  $A_1$ , 첫 번째 게임에서 B가 승리하는 사건을  $B_1$ , 두 번째 게임에서 A가 승리하는 사건을  $A_2$ , 두 번째 게임에서 B가 승리하는 사건을  $B_2$ 라고 하면, 위 표의 각 경우의 확률은

$$1) P[A_1 \cap A_2] = P[A_1] \cdot P[A_2|A_1] = \frac{3}{5} \times \frac{2}{5} = \frac{6}{25}$$

$$2) P[B_1 \cap A_1] = P[B_1] \cdot P[A_2|B_1] = \frac{2}{5} \times \frac{3}{5} = \frac{6}{25}$$

$$3) P[A_1 \cap B_2] = P[A_1] \cdot P[B_2 \cap A_1] = \frac{3}{5} \times \frac{3}{5} = \frac{9}{25}$$

$$4) P[B_1 \cap B_2] = P[B_1] \cdot P[B_2|B_1] = \frac{2}{5} \times \frac{2}{5} = \frac{4}{25}$$

이다. 따라서, 확률변수  $X$ 를 플레이어  $A$ 가 승자가 되는 횟수라고 할 때, 확률분포는 다음과 같다.

$X$	0	1	2
$P(X=x)$	$\frac{4}{25}$	$\frac{15}{25}$	$\frac{6}{25}$

이때 기댓값은 다음과 같다.

$$2 \times \frac{6}{25} + 1 \times \frac{15}{25} + 0 \times \frac{4}{25} = \frac{27}{25}$$



## 부록 4 문항카드 양식 4 (자연계열 - 과학)

### 3-2-1. 문항카드 양식 3 (자연계열)

[승실대학교 문항정보]

#### 1. 일반정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사	
전형명	2018학년도 승실대학교 신입학 수시 논술고사	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	[문제2] (1)(2)	
모집요강에 제시한 출제 범위(과목명)	과학	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I, 화학 II
	핵심개념 및 용어	화학 반응식, 반응열
예상 소요 시간	30분	

#### 2. 문항 및 제시문

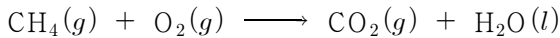
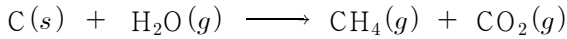
**【문제 2】** 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (50점)

(가) 화학반응에서 반응 물질과 생성 물질 사이에 출입하는 열에너지를 반응열이라고 한다. 반응열은 종류에 따라 연소열, 중화열, 생성열, 분해열, 용해열 등으로 나눌 수 있는데, 물질 1몰이 완전히 연소될 때 주위로 방출되는 열량을 연소열이라고 한다. 예를 들면 메테인( $\text{CH}_4$ ) 1몰이 완전히 연소될 때 890kJ의 열이 방출되므로 메테인의 연소 엔탈피는  $-890\text{kJ/mol}$ 이다.

[출처: 화학 II 「물질 변화와 에너지」]

석탄으로부터 메테인을 생성하여 연소시키면 석탄을 직접 연소시키는 것에 비해 대기오염 물질이 적게 발생한다. 석탄의 주성분인 탄소를 수증기와 반응시켜 메테인을 만들고, 생성된 메테인을 연소시켜 발생한 열로 물을 데우려고 한다. 다음 문항에 답하시오.

(1) 이 반응의 반응식은 아래와 같이 표시된다. 각각의 반응식을 완결하시오.



(2) 탄소 24g 으로부터 생성된 메테인 가스를 연소시켜 발생한 열로 상온의 물 10kg 을 데우면 온도를 몇 ℃ 상승시킬 수 있는지 구하시오. (단, H, C, O 의 원자량은 각각 1, 12, 16 이고, 물의 비열은 4 J/g ℃ 이다. 각 반응은 100% 진행되고, 발생한 열은 온전히 물을 데우는 데만 사용된다고 가정한다.)

### 3. 출제 의도

주어진 화학 반응을 이해하고, 이를 정량적으로 화학 반응식을 쓸 수 있는지 평가한다. 또한, 비열, 열용량의 개념을 이해하는지 평가한다.

### 4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
성취기준 / 영역별 내용	화학 I (1) 화학의 언어(88쪽) (가) 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.  화학 II (2) 물질 변화와 에너지(97쪽) (가) 화학 반응을 통해 열이 발생하거나 흡수됨을 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	노태희 외	천재교육	2015	41~49
	화학 I	박종석 외	교학사	2015	38~51
	화학 I	김희준 외	상상아카데미	2015	47~55
	화학 II	노태희 외	천재교육	2013	77~88,
	화학 II	박종석 외	교학사	2017	83~98
	화학 II	류해일 외	비상교육	2017	83~89

## 5. 문항 해설

제시문은 화학II 의 반응열에 관한 내용을 기술하고 있다. 본 문제는 주어진 자료를 이용하여 화학 반응식을 정량적으로 완결하고, 제시문의 개념을 이용하고 반응열, 질량, 비열간의 관계를 이용하여 물의 온도 상승치를 정량적으로 계산한다. 석탄 에너지에 대한 실용적 원리와 논리적인 사고를 통해 문항에 제시된 자료를 해석하는 능력을 요구하는 문항이다

## 6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준
2- (1)	메테인 생성 반응식을 정확히 기술하는가? $2C + 2H_2O \rightarrow CH_4 + CO_2$ 메테인 연소 반응식을 정확히 기술하는가? $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ [유의사항] • 반응식을 아래처럼 기술하여도 됨 1) $C + H_2O \rightarrow 1/2 CH_4 + 1/2 CO_2$ • 각 반응식에서 괄호 안의 <i>s, g, aq, l</i> 등의 표기는 넣거나 생략해도 됨
2- (2)	탄소 24g 은 2 mol 이고, 반응식에서 메테인 1 mol 이 생성됨을 이해하는지? 비열과 열량과의 관계로부터 상승 온도를 정확히 구하였는지?

## 7. 예시 답안

### 문제 2 (1)

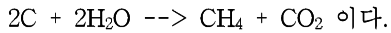
메테인 생성 반응식을  $a C + b H_2O \rightarrow c CH_4 + d CO_2$  로 두고  
 각 원자별로 반응식 좌우항의 계수를 일치시키면,

$$C: a=c+d$$

$$H: 2b=4c$$

$$O: b=2d$$

이다. 이로부터  $a=2, b=2, c=1, d=1$ 을 얻는다. 그러므로, 화학 반응식은



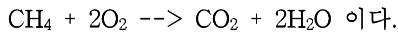
또한, 메테인 연소반응식을  $a CH_4 + b O_2 \rightarrow c CO_2 + d H_2O$  로 두면,

$$C: a=c$$

$$H: 4a=2d$$

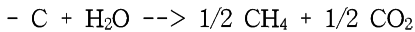
$$O: 2b=2c+d$$

이다. 이로부터  $a=1, b=2, c=1, d=2$ 을 얻는다. 그러므로, 화학 반응식은



[유의사항]

반응식을 아래처럼 기술하여도 됨



- 각 반응식에서 괄호 안의  $s, g, l$  등의 표기는 넣거나 생략해도 됨

## 문제 2 (2)

탄소 24g 은 2 mol 이고, 메테인 생성 반응식에서 메테인 1 mol 이 생성됨을 알 수 있다.

이 메테인 1 mol을 연소하면 연소열로 890 kJ 이 발생한다.

한편, 물의 비열이  $4 J/g^{\circ}C$  이므로, 물 10 kg 을  $\Delta T$  상승시키는데 필요한 열량은

$$4 \cdot 10 \cdot 1000 \cdot \Delta T \text{ J 이다.}$$

이로부터  $\Delta T = 890 \cdot 1000 / (4 \cdot 10 \cdot 1000) = 89 / 4 = 22.25^{\circ}C$  이다.

### 3-2-2. 문항카드 양식 4 (자연계열)

#### 1. 일반정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사	
전형명	2018학년도 송실대학교 신입학 수시 논술고사	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	[문제2] (3), (4)	
모집요강에 제시한 출제 범위(과목명)	과학	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리 I, 물리 II
	핵심개념 및 용어	역학적 에너지, 탄성력, 알짜힘
예상 소요 시간	30분	

#### 2. 문항 및 제시문

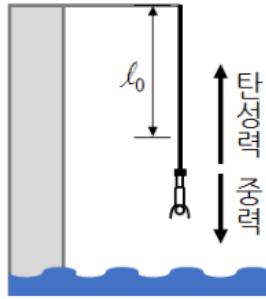
【문제 2】 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

(나) 역학적 에너지는 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합으로 정의된다. 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지는 운동하는 동안 서로 전환되지만 역학적 에너지는 늘 일정하다. 퍼텐셜 에너지에는 중력 퍼텐셜 에너지, 탄성 퍼텐셜 에너지 등이 있다.

- 중력 퍼텐셜 에너지: 중력이 작용하는 환경에서 물체가 특정 위치로 올라가 있을 때 가지는 에너지가 중력 퍼텐셜 에너지이다. 중력 가속도를  $g$  라 하면, 질량  $m$  인 물체가 지표면 위  $h$  높이에 위치할 때, 물체가 받는 중력의 세기는  $mg$  이고, 지표면을 기준으로 한 중력 퍼텐셜 에너지  $U$  는  $U=mgh$  이다.
- 탄성 퍼텐셜 에너지: 고무줄, 용수철 등 탄성체가 늘어나거나 줄어들 때 저장되는 에너지가 탄성 퍼텐셜 에너지이다. 용수철의 경우 용수철 상수(또는 탄성계수)가  $k$  일 때, 원래의 길이보다  $x$  만큼 늘어난 용수철에 매달린 물체는  $F=-kx$  의 탄성력을 받는다. 이때, 탄성 퍼텐셜 에너지  $U$  는  $U=\frac{1}{2}kx^2$  이다.

[출처: 물리 I 「시간, 공간, 운동」]

<그림 2>와 같이 충분히 높은 번지점프대에서 질량이  $m$  인 사람이 고무줄을 매달고 정지 상태에서 수직 낙하한다. 고무줄의 원래 길이는  $l_0$ , 탄성계수는  $k$  이다. 낙하하는 사람은 낙하 거리  $l_0$  까지 자유낙하하고, 그 이후부터 탄성력이 작용하는 상태에서 낙하한다. 고무줄의 탄성 퍼텐셜 에너지는 용수철의 경우와 같이 표현할 수 있다고 가정하자. 다음 문항에 답하시오. (단, 중력 가속도는  $g$  이고, 사람의 크기, 고무줄의 질량, 공기의 저항은 무시한다.)



<그림 2>

- (3) 낙하하는 중에 사람에게 작용하는 알짜힘이 0이 되는 순간, 고무줄의 길이와 사람의 속력을 구하시오.
- (4) 사람의 낙하거리가 최대가 되었을 때(다시 올라가는 순간), 고무줄의 탄성력의 크기를 구하시오.

### 3. 출제 의도

뉴턴의 운동법칙과 역학적 에너지 보존법칙을 이해하고, 이를 통해 물체의 운동을 분석하는 능력을 평가한다.

### 4. 출제 근거

#### 가) 교육과정 근거

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
성취기준 / 영역별 내용	물리 I (1) 시공간과 우주 (71쪽) (가) 시간, 공간, 운동 ③ 속도, 가속도의 개념을 이해하고, 이를 바탕으로 1차원 등가속도 운동을 이해한다. ⑤ 등가속도 운동에서 일-운동 에너지의 정리를 이해하고, 역학적 에너지가 보존되기 위해서는 퍼텐셜 에너지를 도입하는 것이 필요함을 안다.

	물리 II (1) 운동과 에너지 (80쪽) (가) 힘과 운동 ② 물체에 작용하는 힘이 주어졌을 때 운동변화를 정량적으로 이해한다. ⑥ 단진동의 의미와 진자의 주기에 영향을 주는 변인을 이해한다.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	물리 I	곽성일 외	천재교육	2014	27~44
	물리 I	김영민 외	교학사	2017	29~57
	물리 II	곽성일 외	천재교육	2014	13~32, 51~55
	물리 II	김영민 외	교학사	2017	20~31, 45~55

5. 문항 해설

제시문은 역학적 에너지 보존 법칙에 대한 내용으로 「물리 I」의 ‘시간, 공간, 운동’ 과 「물리 II」의 ‘힘과 운동’ 단원에서 다루어진다. 이 법칙들은 물체의 운동을 분석하는 기본 도구로 생각할 수 있다. 따라서 본 문항을 통해 등속 운동 및 등가속도 운동과 힘에 대한 인과관계를 이해하는지, 기본 물리 법칙을 활용하여 운동 관련 물리량을 구할 수 있는지를 평가한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준
(3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>알짜힘이 0이라는 조건으로부터 줄의 길이 <math>l = l_o + mg/k</math> 임을 구한다.</li> <li>역학적 에너지 보존식 사용  <math display="block">E = \frac{1}{2}mv^2 + mg(-l) + \frac{1}{2}k(l - l_o)^2 = 0</math> </li> <li>속도 <math>v = \sqrt{2gl_o + \frac{mg^2}{k}}</math> 를 구한다.</li> </ul> <p>[유의사항]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>속도중력 퍼텐셜 에너지의 기준점에 따라 양변에 동일한 상수 <math>mgH, mgl_o</math> 등을 더한 형태가 될 수도 있다.</li> </ul>
(4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>최저점에서는 속력이 0인 것을 인지하는지</li> <li>역학적 에너지 보존식 <math>E = mg(-l) + \frac{1}{2}k(l - l_o)^2 = 0</math> 이용</li> <li>탄성력 <math> F  = k(l - l_o) = mg + \sqrt{m^2g^2 + 2mgkl_o}</math> 를 구한다.</li> </ul>

7. 예시 답안

(3)

사람에게 작용하는 알짜힘  $F$ 가 0이 되는 순간의 줄의 길이를  $l$ 이라고 하면,

$$F = k(l - l_o) - mg = 0 \text{ 이므로,}$$

줄의 길이는  $l = l_o + mg/k$  이다.

점프대의 위치를 중력 퍼텐셜 에너지의 기준점으로 하면, 점프하는 순간의 역학적 에너지는 0이다. ( $\because$  속도도 0, 중력 퍼텐셜 에너지 0, 줄도 늘어나지 않았으므로 탄성 퍼텐셜 에너지 0)

역학적 에너지는 보존되므로, 알짜힘이 0이 되는 순간의 역학적 에너지는

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + mg(-l) + \frac{1}{2}k(l - l_o)^2 = 0 \text{ 이다.}$$

$$\text{이로부터, } v^2 = 2gl - \frac{k}{m}(l - l_o)^2 = 2g(l_o + \frac{mg}{k}) - \frac{k}{m}(\frac{mg}{k})^2 = 2gl_o + \frac{mg^2}{k} \text{ 이므로}$$

사람의 속력은

$$v = \sqrt{2gl_o + \frac{mg^2}{k}} \text{ 이다.}$$

(4)

최저점에서의 속력은 0이므로, 그 순간의 역학적 에너지 보존식으로부터

$$E = mg(-l) + \frac{1}{2}k(l - l_o)^2 = 0 \text{ 이다.}$$

이로부터 고무줄의 길이를 구하면,

$$\frac{1}{2}kl^2 - (kl_o + mg)l + \frac{1}{2}kl_o^2 = 0$$

$$l^2 - 2(l_o + mg/k)l + l_o^2 = 0 \text{ 으로부터}$$

$$l = (l_o + \frac{mg}{k}) + \sqrt{(l_o + \frac{mg}{k})^2 - l_o^2}. (\pm \text{중, } + \text{부호 선택}) \text{ 이다.}$$

그러므로, 탄성력의 크기는

$$|F| = k(l - l_o) = mg + \sqrt{(kl_o + mg)^2 - k^2l_o^2} = mg + \sqrt{m^2g^2 + 2mgkl_o} \text{ 이다.}$$