

# CONTENTS

천향 N제 물리학1

## ❖❖❖ 문제편

<b>Part 1</b> 힘과 운동 53제	06
<b>Part 2</b> 운동량과 에너지 47제	60
<b>Part 3</b> 마찰력과 탄성력 40제	108
<b>Part 4</b> 비역학 65제	148

## ❖❖❖ 해설편

<b>Part 1</b> 힘과 운동	08
<b>Part 2</b> 운동량과 에너지	32
<b>Part 3</b> 마찰력과 탄성력	54
<b>Part 4</b> 비역학	74

# PROLOGUE

천향 N제 물리학1

수능에 있어서 물리학1이라는 과목은 이름에서 오는 거부감으로 인해 많은 수험생들이 선택하는 과목은 아닙니다. 하지만 다른 과목들과는 다르게 방법만 제대로 잡으면 실력과 점수가 쉽게 떨어지지 않는 과목이기도 합니다. 이 책에서는 수능 물리학1에 있어서 고득점을 위해 넘어야 할 산인 역학에 대해서 문제 풀이의 방법을 집중적으로 탐구할 것입니다.

## ◆ 문제편

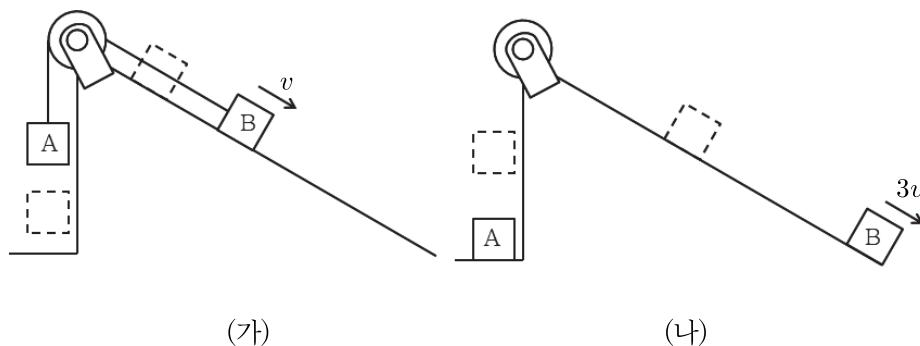
개정된 물리학1에서 안정적인 고득점을 위해서는 비역학 파트의 개념을 잘 이해하여 해당 단원에서의 문제 풀이를 정확하고 신속하게 해결해야 합니다. 이후 남은 시간을 고난이도의 역학문항에 투자하여야 합니다. 물리학이 개정되면서 비역학의 내용들이 사라지고, 돌림힘과 유체역학이 물리학1의 교육과정에서 제외되면서 1단원 역학의 중요성이 이전에 비해서 증가하였고, 내용 또한 과년도에 비해 많아졌습니다. 따라서 물리학1에서 상위권에서 최상위권으로의 도약에 있어 고난이도 역학문항을 안정적으로 풀어낼 수 있어야 합니다. 이 책에서는 수능에서 빈출되거나 헷갈릴 수 있는 비역학 문제를 수록하여 실수할 수 있는 유형에 대해 정리하고, 빠르고 정확하게 비역학 문제를 풀어갈 수 있도록 하였습니다. 또한 고난이도 역학 문제에 집중하여 다양한 상황을 주고 어떤 조건을 어떻게 해석하여 풀어나가야 할지에 대하여 연습할 것입니다.

## ◆ 해설편

지문을 읽고 해야 할 생각, 문제를 풀어가는 메커니즘, 실전에서 사용할 수 있는 문제 풀이 방법에 대하여 설명하고 있습니다. 단순하게 식만을 나열한 것이 아니라 어떻게 하여 이러한 식을 유도할 수 있었는지에 대한 설명까지 되어 있어 해설에 대한 이해도를 높이고자 했습니다.

## 42

그림 (가)는 물체 A와 B를 실로 연결하여 물체 B를 뱃면 위에 가만히 두었을 때  $t=2$ 초일 때 물체 A와 B의 높이가 같아질 때의 모습을 나타낸 것이다. 이 때 물체 B의 속력은  $v$ 이다. 이 순간 A와 B를 연결하는 실을 끊는다. 그림 (나)는  $t=4$ 초일 때 물체 A와 B가 동시에 지면에 도달한 모습을 나타낸 것이다. 이 때 물체 B의 속력은  $3v$ 이다.



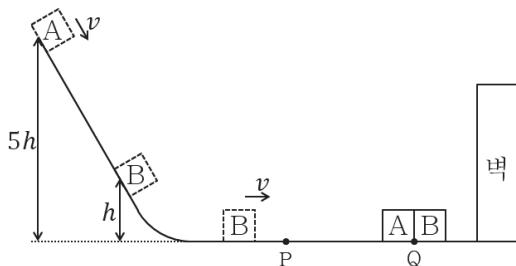
물체 A의 질량을  $m_a$ 라고 하고 물체 B의 질량을  $m_b$ 라고 할 때,  $\frac{m_b}{m_a}$ 의 값은?

(단, 중력 가속도  $g=10m/s^2$ 이고, 물체의 크기와 마찰, 공기 저항은 무시한다.)

- ① 3
- ② 4
- ③ 5
- ④ 6
- ⑤ 7

## 36

그림 (가)는 질량이 동일한 두 물체 A, B가 각각 높이가  $5h$ ,  $h$ 인 점을 통과하는 모습을 나타낸 것이다. 이 때, A의 속력은  $v$ 이고, B의 퍼텐셜 에너지는 운동 에너지의 8배이다. 이후, B는 지면에서  $v$ 의 속력으로 운동한다. 두 물체는 점 P에서 충돌한다. 이 때, B의 운동 에너지 증가량은  $27J$ 이다. 이후 B는 벽에 충돌한 후 점 Q에서 A와 충돌하면서 두 물체는 정지한다. 그림 (나)는 B가 세 번 충돌하는 동안 받는 충격량의 크기를 나타낸 것이다.



(가)

충격량( $kg \cdot m/s$ )	
첫 번째	$x$
두 번째	20
세 번째	8

(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은? (단, 지면에서 퍼텐셜 에너지는 0이고, 중력 가속도  $g = 10m/s^2$ 이며, 물체의 크기와 공기 저항, 모든 마찰은 무시한다.)

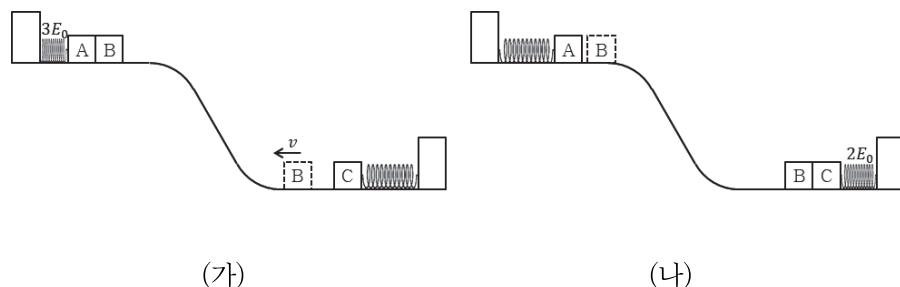
## &lt;보기&gt;

- ㄱ. A의 질량은  $1kg$ 이다.
- ㄴ.  $x$ 의 값은 6이다.
- ㄷ.  $h$ 는  $0.3m$ 이다.

- ① ㄴ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 23

그림 (가)는 지면에서  $v$ 의 속력으로 운동하는 물체 B가 빗면을 따라 운동하여 용수철에 연결되어 정지해 있던 물체 A와 충돌한 후 한 덩어리가 되어 용수철을 최대로 압축시킨 모습을 나타낸 것이다. 이 때, 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지는  $3E_0$ 이다. 그림 (나)는 B가 A와 분리된 후 빗면을 따라 운동하여 용수철에 연결되어 정지해 있던 물체 C와 충돌한 후 한 덩어리가 되어 용수철을 최대로 압축시킨 모습을 나타낸 것이다. 이 때, 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지는  $2E_0$ 이다. A, B, C의 질량은 각각  $2m$ ,  $m$ ,  $m$ 이다.



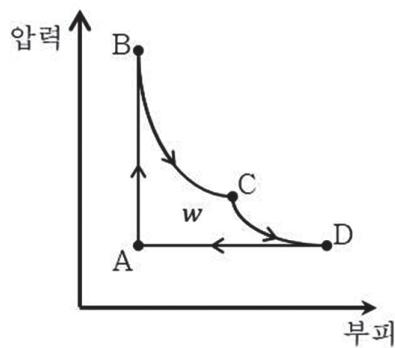
$v$ 의 값은? (단, 물체의 크기와 모든 마찰, 공기 저항과 용수철의 질량은 무시한다.)

- ①  $\sqrt{\frac{12E_0}{m}}$     ②  $\sqrt{\frac{16E_0}{m}}$     ③  $\sqrt{\frac{18E_0}{m}}$     ④  $\sqrt{\frac{20E_0}{m}}$     ⑤  $\sqrt{\frac{24E_0}{m}}$

## Part 4 : 비역학

### 01

그림은 일정량의 이상 기체의 상태를  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  과정을 거쳐 순환시킬 때, 압력과 부피의 관계를 나타낸 것이다. 과정  $A \rightarrow B$ 는 등적 과정이며, 과정  $B \rightarrow C$ 는 단열 과정, 과정  $C \rightarrow D$ 는 등온 과정, 과정  $D \rightarrow A$ 는 등압 과정이다. 이 때,  $w$ 는  $A, B, C, D$ 로 둘러싸인 넓이이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. 과정  $A \rightarrow B$ 와 과정  $D \rightarrow A$ 에서 기체의 온도는 증가한다.
- ㄴ. B에서 온도는 D보다 낮다.
- ㄷ. 1회 순환동안 기체가 외부에 하는 일은  $w$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

# Part 1 : 힘과 운동

## 01 ⑤

### [지문 해설]

물체는 35m 상공에서  $30m/s$ 의 속력으로 운동하고 있다.

이 때, 연직 위 방향을 (+), 연직 아래 방향을 (-)로 두면

$$\begin{cases} a = -10 \\ v = -10t + 30 \\ s = -5t^2 + 30t + 35 \end{cases} \text{로 나타낼 수 있다.}$$

### [문항 해설]

- ㄱ. 지면에 도달하는 시간은 위치=0일 때이다. 따라서  $t = 7$ 초이다.
- ㄴ. 물체가 도달하는 최고점의 높이는 속도가 0일 때의 위치이다. 따라서  $t=3$ 초일 때의 위치는 지면으로부터 80m 높이이다.
- ㄷ. 지면에 도달하는 속력은 지면에 도달하는 시간  $t=7$ 초 일 때의 속력이다.  $t=7$ 초일 때 속도는  $-40$  즉, 아래쪽 으로  $40m/s$ 의 속력으로 이동하고 있음을 알 수 있다.

## 02 ⑤

### [지문 해설]

0~1초에 물체는 정지한 상태로부터 물체의 속력이 변화가 없으므로 A와 C의 질량의 합은 B와 D의 질량의 합과 같다.

### [문항 해설]

2~3초 구간을 보면 물체 A의 가속도가  $6m/s^2$ 이다. A와 B를 하나의 계라고 보고 B의 질량을  $m_B$ 라고 둔다면

$$\frac{10(m_B - 1)}{m_B + 1} = 6$$

이라고 할 수 있다. ( $\therefore m_B = 4kg$ )

1~2초 구간을 보면 A의 가속도가  $6m/s^2$ 이다. A와 B와 C를 하나의 계로 보고 C의 질량을  $m_C$ 로 둔다면

$$\frac{10(m_C - 3)}{m_C + 5} = 6$$

이라고 할 수 있다. ( $\therefore m_C = 15kg$ )

A와 C의 질량의 합은 B와 D의 질량의 합과 같으므로 물체 D의 질량은  $12kg$ 이다.

## 03 ②

### [지문 해설]

등가속도 운동 구간에서 운동할 때 가속 전의 속력과 가속

후의 속력, 등가속 운동 구간을 알 수 있으므로

$$2as = v_1^2 - v_2^2$$
 을 사용하여 가속도를 구할 수 있다.

### [문항 해설]

구간  $pq$ 에서 자동차의 속력은  $\frac{L}{t}$ 이고, 구간  $rs$ 에서 자동

차의 속력은  $\frac{3L}{2t}$ 이다.  $qr$  구간에서는 등가속도 운동을 하

므로 다음의 식이 성립한다.

$$2a \times 2L = \left(\frac{3L}{2t}\right)^2 - \left(\frac{L}{t}\right)^2$$

(단,  $a$ 는 구간  $qr$ 을 운동할 때, 자동차의 가속도의 크기이다.)

$$\text{따라서 } a \text{의 값은 } \frac{5L}{16t^2} \text{이다.}$$

## 04 ③

### [지문 해설]

0~1초까지는 실이 물체를 당기는 힘이 0이다. 실이 팽팽해지는 1초 이후부터 실이 물체를 당기는 힘이 유의미해진다.

### [문항 해설]

0~1초까지 물체 A의 가속도는  $6m/s^2$ 이다. 따라서 전동

## Part 2 : 운동량과 에너지

### 01 ①

#### [지문 해설]

구간 1과 구간 2의 길이 비가 주어져 있으므로 구간 1에서 운동 에너지 변화량과 구간 2에서 운동 에너지 변화량을 구할 수 있다.

#### [문항 해설]

구간 2의 길이는 구간 1의 길이의 3배이므로 구간 2에서 운동 에너지 증가량은  $240J$ 이다. 구간 2를 통과할 때 속력 증가량이  $8m/s$ 이다. 구간 2를 통과하기 전의 속력을  $v$ , 구간 2를 통과한 후의 속력을  $(v+8)m/s$ 로 잡으면

$$\frac{1}{2} \times 5 \times \{(v+8)^2 - v^2\} = 240$$

이다. 따라서  $v=2m/s$ 이다. 구간 1을 통과하고 난 후의 속력이  $2m/s$ 이므로 구간 1을 통과하기 전의 속력을  $v'$ 이라고 두면 다음의 식을 만족한다.

$$\frac{1}{2} \times 5 \times (v'^2 - 4) = 80$$

$v'=6m/s$ 이다. 구간 1을 통과할 때와 구간 2를 통과할 때 같은 힘을 받으므로 가속도의 크기는 같다. 구간 1을 통과할 때 속력 변화량은  $4m/s$ 이고 구간 2를 통과할 때 속력 변화량은  $8m/s$ 이므로

구간 1 통과 시간 : 구간 2 통과 시간 = 1 : 2이다.

### 02 ①

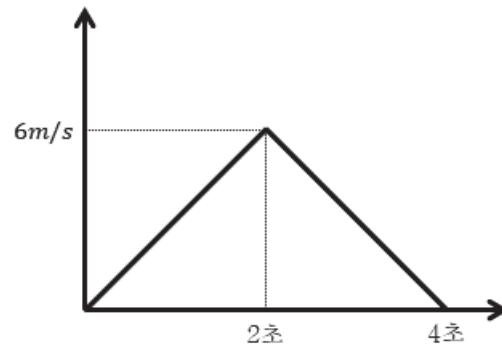
#### [지문 해설]

물체는 4초일 때 정지한다. 4초일 때 운동량이 0임을 이용한다.

#### [문항 해설]

물체 A와 B를 하나의 계로 생각하자. 0~4초까지 힘이 계에 작용하는 충격량의 크기는  $200N \cdot s$ 이다. 0~4초까지 물체 B의 무게가 계에 작용하는 충격량의 크기는  $4mg$ 이

다. 따라서  $m=5kg$ 이다. 계의 총 질량은  $10kg$ 이므로 가속도의 크기는  $3m/s^2$ 이다. 시간에 따른 물체 B의 속력을 그 그래프로 나타내면 다음과 같다.



따라서 4초일 때 지면으로부터의 높이는  $12m$ 이다.

### 03 ①

#### [지문 해설]

A와 B의 역학적 에너지의 합은 보존되어야 한다.

#### [문항 해설]

그림에서 A의 퍼텐셜 에너지 감소량은  $3m_Agh$ , B의 퍼텐셜 에너지 증가량은  $m_Bgh$ 이다. 이 때, B의 운동 에너지 증가량은 퍼텐셜 에너지 증가량과 동일하므로 B의 운동 에너지 증가량은  $m_Bgh$ 로 둘 수 있다. A와 B의 역학적 에너지는 보존되어야 하므로 A의 운동 에너지 증가량은  $3m_Agh - 2m_Bgh$ 이다. A와 B는 실로 연결되어 운동하므로 속력이 같아야 한다. 따라서 각각의 운동 에너지 증가량에서 각각의 질량을 나누어준 값은 동일해야 한다. 따라서 다음의 식이 성립한다.

$$\frac{3m_Agh - 2m_Bgh}{m_A} = \frac{m_Bgh}{m_B}$$

따라서  $m_A = m_B$ 이다.

# Part 3 : 마찰력과 탄성력

## 01 ①

### [지문 해설]

운동 방향의 반대 방향으로 동일한 힘의 크기를 받고, 시간은  $4L$ 인 마찰면을 지날 때가  $L$ 인 마찰면을 지날 때의 두 배이므로 속력 변화량을 이용해 풀 수 있다.

### [문항 해설]

점  $p$ 를 지날 때의 속력을  $v$ , 각 마찰면을 지날 때의 속력 감소량을 각각  $2v'$ ,  $v'$ 이라고 두자. 시간을  $2t$ ,  $t$ 로 두면 다음의 식이 성립한다.

$$\frac{1}{2} * (2v - 2v') * 2t = 4L$$

$$\frac{1}{2} * (2v - 5v') * t = L$$

$v' = \frac{1}{4}v$ 이고,  $q$ 에서의 속력은  $\frac{1}{4}v$ 이다. 따라서 구하는

값은  $\frac{1}{4}$ 이다.

$$v_B^2 - v_b^2 = v^2$$

$$v_B = \frac{5}{4}v, v_b = \frac{3}{4}v \text{이다.}$$

따라서 마찰면을 지나는 동안 물체가 받는 충격량의 크기는  $\frac{1}{4}mv$ 이다.  $v^2 = 2gh$ 이므로 충격량의 크기는  $\frac{1}{4}m\sqrt{2gh}$ 이다.

## 02 ③

### [지문 해설]

평균 속력은 빗면 B에서가 빗면 A에서의 두 배이므로 빗면 B 통과 전후의 속력을 합하면 빗면 A 통과 전후의 속력의 합의 두 배이다.

### [문항 해설]

빗면 A 통과 후의 속력을  $v$ 라고 하자. 이 때, 빗면 A에서 평균 속력은  $\frac{1}{2}v$ 이다. 빗면 B를 통과할 때의 평균 속력은  $v$ 이므로 빗면 B 통과 전후의 속력을 합하면  $2v$ 가 나와야 한다. 빗면 B 통과 전의 속력을  $v_b$ , 빗면 B 통과 후의 속력을  $v_B$ 라고 하면 다음의 식이 성립한다.

$$v_B + v_b = 2v$$

## 03 ②

### [지문 해설]

전동기가 물체를 일정한 힘으로 당기므로 전동기가 한 일은 물체가 이동한 거리에 비례한다.

### [문항 해설]

전동기가 물체를 일정한 힘으로 당길 때, 각각의 점을  $3v$ ,  $2v$ 의 속력으로 통과하므로 다음의 식이 성립한다.

$$(F-f)L = \frac{1}{2}kL^2 + \frac{9}{2}mv^2$$

$$2(F-f)L = 2kL^2 + 2mv^2$$

(단,  $F$ 는 전동기가 물체를 당기는 힘의 크기,  $f$ 는 물체가 마찰면에서 받는 마찰력의 크기,  $k$ 는 용수철 상수,  $m$ 은 물체의 질량이다.)

위의 식으로부터  $\frac{1}{7}kL^2 = mv^2$ 임을 구할 수 있다.

이 때, 물체가  $p$ 로부터 거리의 최댓값을 가질 때에는 속력이 0이 될 때이다. 물체가  $p$ 로부터 거리가 최대가 될 때의 거리를  $x$ 라고 두면 다음의 식이 성립한다.

$$(F-f)x = \frac{1}{2}kx^2$$

따라서 위의 식에 대입해보면  $x$ 의 값은  $\frac{16}{7}L$ 이다.

## Part 4 : 비역학

### 01 ②

이상 기체 상태 방정식의  $PV = nRT$ 에서 알 수 있듯이 일정량의 기체에서 압력과 부피의 곱은 온도와 비례한다. 또한 일과 에너지 공식에서  $F\Delta s = \frac{F}{A} A\Delta s = P\Delta V$ 의 식을 얻을 수 있다. 즉  $P-V$ 그래프에서 정적분의 값은 부피가 변할 때, 기체가 외부에 하거나 받은 일의 양과 같다.

- ㄱ. 과정 A→B는 등적 과정이다. 이 때,  $PV$ 의 값은 증가하므로 온도는 상승한다. 과정 D→A는 등압 과정이다. 이 때,  $PV$ 의 값은 감소하므로 온도는 하강한다.
- ㄴ. 과정 B→C는 단열 과정으로 과정에서  $P\Delta V$ 의 값이 양수이다. 따라서 외부에 일을 하며 그만큼 내부 에너지가 감소한다. 과정 C→D에서는 등온 과정으로 내부 에너지는 일정하다. 따라서 B와 D의 온도를 비교하면 B가 D보다 온도가 높다.
- ㄷ. B에서 C를 거쳐 D까지 압력과 부피가 변화할 때,  $P\Delta V$ 의 값은 양수이다. 그 값은 B에서 D까지의 그래프를 정적분하면 된다. 즉 그만큼 기체는 외부에 일을 한다. 과정 D→A에서는  $P\Delta V$ 의 값이 음수이다. 그 값은 D에서 A까지의 그래프를 정적분하면 된다. 그만큼 기체는 외부에서 일을 받는다. 과정 A→B는 기체의 부피가 변화하지 않기 때문에 외부에 일을 하지도, 외부에서 일을 받지도 않는다. 즉 1회의 순환에서 기체가 외부에 하는 일은  $w$ 이다.

### 02 ⑤

#### [지문 해설]

- ㄱ. 열은 항상 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐른다. 따라서 A의 온도가 B보다 높다.
- ㄴ. 열기관의 열효율이 40%이므로 전체 열 에너지 중 40%만이 일에 쓰인다.
- ㄷ. 열역학 제 2법칙에 의해서  $Q_2$ 는 항상 0보다 커야 한다.

### 03 ④

(가)에서는 기체가 든 수조에 열을 가해 부피가 천천히 증가하는 모습이 나타나있으므로 등압 과정이다. (나)는 외부와의 열출입이 없는 상태로 압력이 감소하여 부피가 증가하므로 단열 반응이다.

- ㄱ. (가)에서 이상 기체가 흡수한 열량은 내부 에너지 증가와 외부에 한 일의 합과 같다.
- ㄴ. 단열 팽창 이후 내부 에너지가 감소하므로 이상 기체의 평균 운동 에너지는 감소한다.
- ㄷ. 부피가 증가하므로 외부에 일을 한다.

### 04 ③

과정  $a$ 는 등적 과정,  $b$ 는 단열 과정,  $c$ 는 등온 과정임을 알 수 있다.

- ㄱ. D는 등온 과정이므로 A와 온도가 동일하고 B는 등적 과정에서 압력이 감소하므로 내부 에너지가 열에너지 형태로 방출되어 온도가 감소한다. 즉 D의 온도는 B보다 높다.
- ㄴ. 외부에 양의 일을 하는 과정은  $b$ 와  $c$ 로 총 두 개의 과정이다. ( $a$ 는 외부에 일을 하지 않으며,  $d$ 는 외부로부터 일을 받는다.)
- ㄷ. 외부로 열을 방출하는 과정은  $a$ 와  $d$ 로 총 두 개의 과정이다. ( $b$ 는 단열 과정으로 출입하는 열이 존재하지 않으며,  $c$ 는 외부로부터 열에너지가 유입된다.)

### 05 ③

A의 상태에서 기체의 부피를  $V_0$ 라고 두자. 이 때, 과정 B, C, D에서의 부피가 각각  $2V_0$ ,  $V_0$ ,  $\frac{1}{2}V_0$ 가 됨을 알 수 있다. 따라서 다음의 표를 압력-부피 그래프로 나타내보면 다음과 같다.