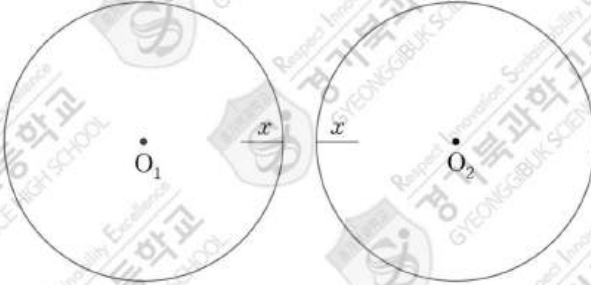
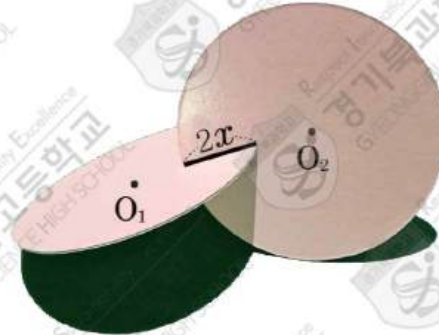


[1] (가), (나)를 읽고, 물음에 답하시오.

(가) [그림 1]과 같이 반지름이 1이고 중심이 O_1 , O_2 인 두 원판에 같은 길이 x 만큼의 홈을 만들어 서로 수직으로 완전히 끼워 넣으면 [그림 2]와 같은 구조물이 만들어진다. (단, 원판의 두께는 무시한다.)



[그림 1]

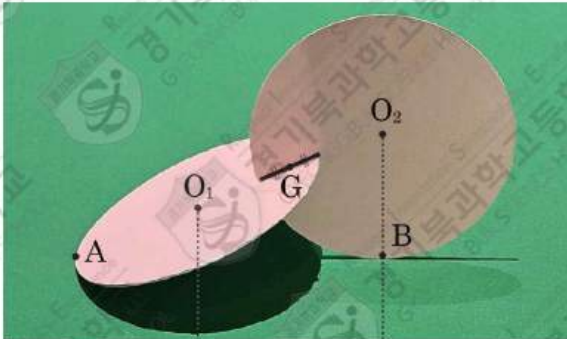


[그림 2]

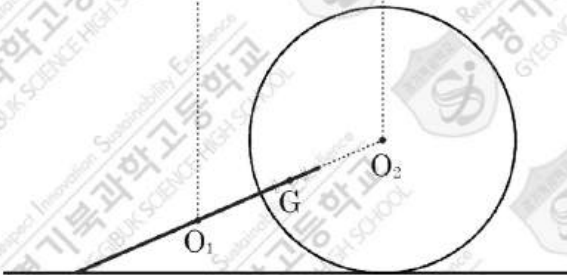
(나) [그림 3], [그림 4]는 (가)의 구조물을 지면에 놓았을 때의 사진과 정면도를 각각 나타낸 것이다.

- [그림 3]에서 구조물과 지면이 만나는 두 점을 A, B라 하자.
- [그림 4]에서 구조물과 지면이 만나는 두 점을 C, D라 하자.
- 두 원판이 겹쳐서 생기는 선분의 중점을 점 G라 하자.

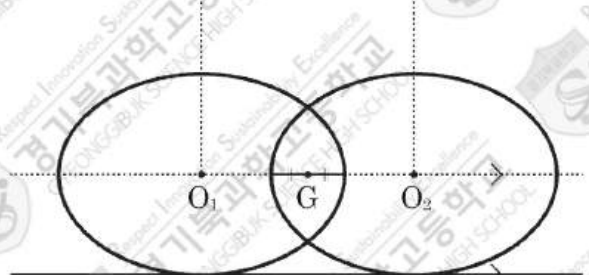
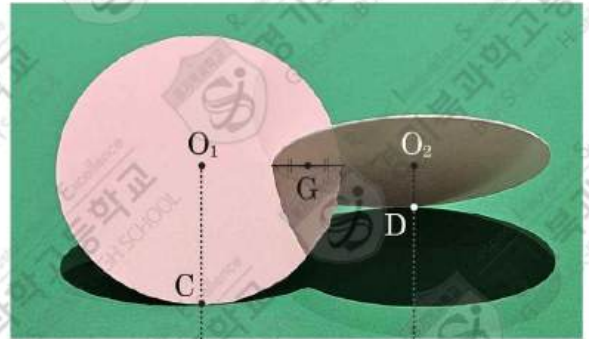
사
진



정
면
도



[그림 3]



[그림 4]

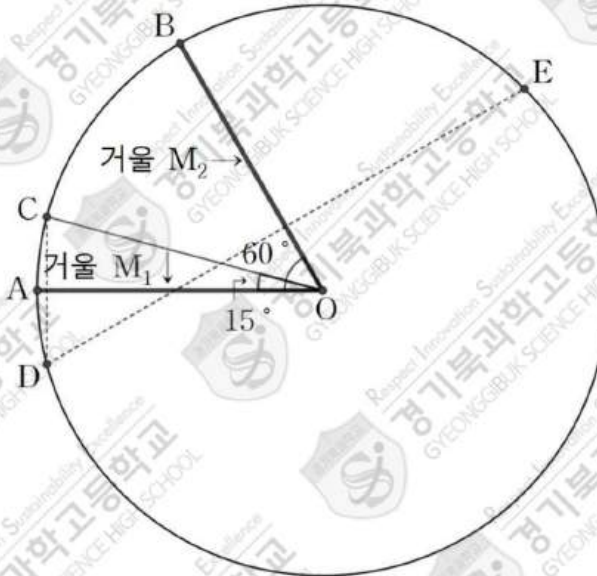
[1-1] [그림 3]의 점 G에서 선분 AB에 내린 수선의 발을 H_1 이라 할 때, $\overline{GH_1}$ 을 x 의 식으로 나타내고 그 과정을 설명하시오.

[1-2] [그림 4]의 점 G에서 선분 CD에 내린 수선의 발을 H_2 라 할 때, $\overline{GH_2}$ 의 값을 구하고 그 과정을 설명하시오.

[1-3] [1-1], [1-2]의 결과를 이용하여 $\overline{GH_1} = \overline{GH_2}$ 를 만족시키는 x 의 값을 구하고 그 과정을 설명하시오.

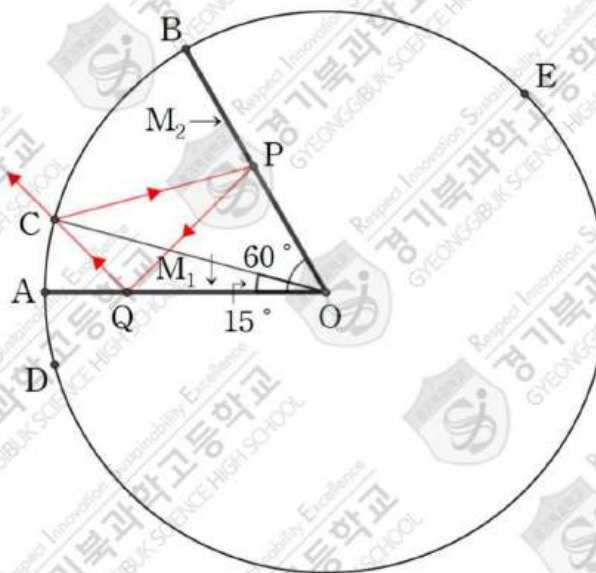
[2] 다음을 읽고 물음에 답하시오.

[그림 5]와 같이 중심이 O 이고 선분 OA 를 반지름으로 하는 원 위에 점 B 가 존재하여 $\angle AOB = 60^\circ$ 를 만족시킬 때, 선분 OA , OB 에 각각 평면거울 M_1 , M_2 를 설치한다. 또한, 원 위의 점 C 가 존재하여 $\angle AOC = 15^\circ$ 를 만족시킬 때, 점 C 를 직선 OA 에 대칭시킨 점을 D , 점 D 를 직선 OB 에 대칭시킨 점을 E 라 하자. (단, 모든 거울의 두께는 무시한다.)



[그림 5]

[그림 5]의 점 C 에서 점 E 방향으로 레이저를 발사하면 레이저는 평면거울 M_2 와 M_1 에 각각 1회씩 반사되어 점 C 를 지난다. 선분 CE 와 선분 OB 의 교점을 P 라 하면 발사된 레이저의 경로는 「점 $C \rightarrow$ 점 $P \rightarrow$ 점 $Q \rightarrow$ 점 C 」이고 이때, 점 Q 는 선분 OA 위에 존재한다.



[그림 6]

[2-1] [그림 6]에서 $\angle CQA = \angle PQO$ 이다. 그 이유를 이등변삼각형의 성질을 이용하여 설명하시오.

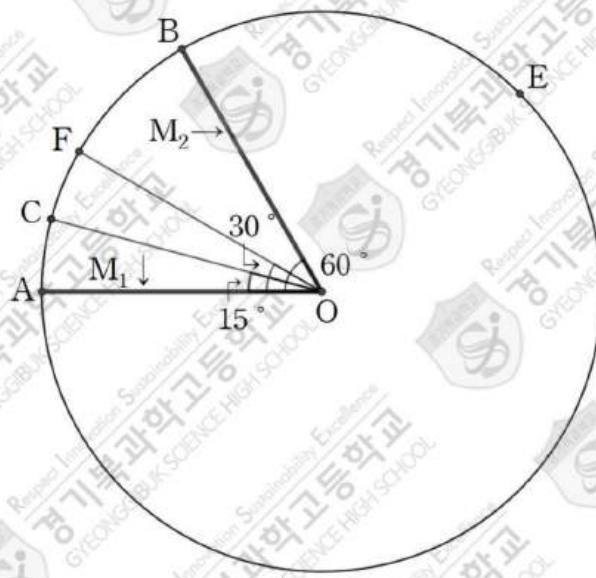
[2-2] [2-1]의 결과를 이용하여, $\overline{OA} = 2$ 일 때 삼각형 CPQ의 둘레의 길이를 구하고 그 과정을 설명하시오.

[2-3] [그림 7]과 같이 원 위의 점 F가 존재하여 $\angle AOF = 30^\circ$ 라 하자.

<조건>

호 AEB 위의 점 X를 택하여 점 C에서 점 X 방향으로 레이저를 발사하면, 발사된 레이저는 평면거울 M_1 또는 평면거울 M_2 에 1회 이상 반사되어 점 F를 지난다.

위 <조건>을 만족시키는 서로 다른 점 X의 위치를 모두 구하고, 그 과정을 설명하시오.
(단, 6쪽에 있는 여분의 구상용 그림을 활용할 수 있다.)



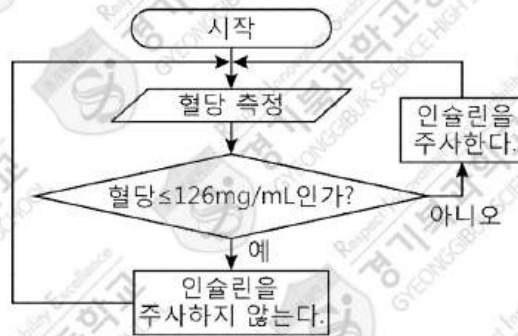
[그림 7]

본 문제의 저작권은 경기북과학고등학교에 있습니다. 저작권법에 따라 보호받는 저작물이므로 전재와 복제는 금지되며, 이를 어길 시 저작권법에 따라 처벌될 수 있습니다.

[1~3] 다음을 읽고, 물음에 답하시오.

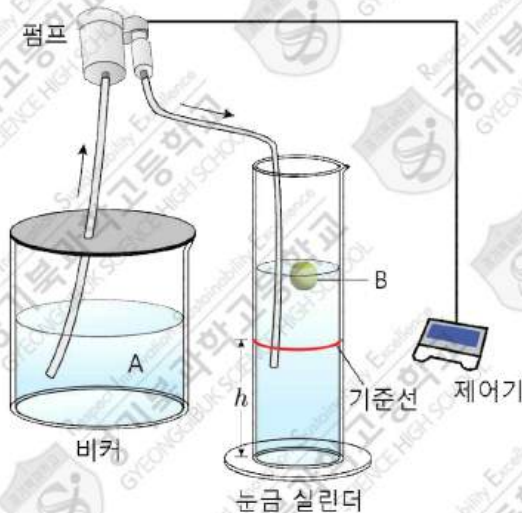
(가) [2024년 ○월 ○일, △△일보 기사]

인체의 혈당량이 항상 일정한 수준으로 유지되는 것은 중요하다. 그러나, 선천적으로 이자(췌장)에서 인슐린을 생산하지 못하는 경우 혈당을 조절하지 못하는 I형 당뇨병이 발생하며, 당뇨병 환자의 오줌에는 포도당이 포함되어 있다. I형 당뇨병 환자는 주기적으로 혈당을 측정하여 필요한 양만큼의 인슐린을 주사함으로써 혈당을 관리하는데, 최근 이를 자동화하는 '인공 이자'가 개발되어 주목받고 있다. [그림 1]은 I형 당뇨병 환자가 어떤 인공 이자를 이용하여 식후 혈당을 조절하는 과정을 순서도로 나타낸 것이다.



[그림 1]

(나) [그림 2]는 [그림 1]에서 혈당이 유지되는 원리를 알아보기 위한 실험 장치이다. 이 장치는 물질의 밀도 차를 이용하며, 실험 과정은 다음과 같다.



[그림 2]

<실험 과정>

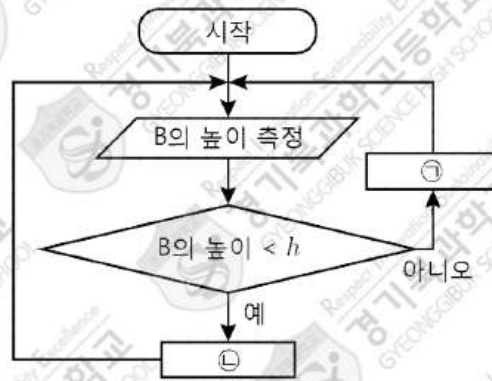
- ① 비커에 액체 A를 넣고 뚜껑을 덮는다.
- ② 눈금 실린더에 증류수를 넣는다.
- ③ 재료 B를 눈금 실린더에 넣고 B의 일부가 증류수 위에 뜨는지 확인한다.
- ④ 펌프를 설치한다. 펌프는 A를 눈금 실린더로 이동시키는 역할을 한다.
- ⑤ 제어기를 설치한다. 제어기는 주기적으로 B의 높이를 측정하고, 그 값에 따라 펌프의 작동 여부를 결정하여 작동시킨다.
- ⑥ 측정된 B의 높이를 기준선의 높이(h)와 비교하여 펌프가 작동하거나 멈추도록 제어기를 설정한다.
- ⑦ 펌프를 작동시킨다.

(단, A와 증류수는 즉시 혼합되며 혼합 용액은 넘치지 않는다. A는 혼합 용액에서 쉽게 증발하며 증류수의 증발은 무시한다. 실험 과정 중 모든 액체 속에 녹아 있는 기체의 양은 동일하다.)

[1] 물음에 답하시오.

[1-1] [그림 2]에서 인슐린과 이자에 대응하는 것을 각각 설명하시오.

[1-2] [그림 3]은 (나)에서 설치한 제어기의 작동 원리를 순서도로 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡에서 수행해야 할 작업을 각각 설명하시오.



[그림 3]

[1-3] [그림 2]가 [그림 3]과 같이 작동하기 위한 A와 B의 적절한 조건을 각각 제시하고, 그 이유를 설명하시오. (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 두 액체의 부피의 합과 같다.)

[1-4] [그림 4]는 온도 변화를 이용하여 [그림 1]의 원리를 알아보기 위한 실험 장치이다. 이 장치를 이용한 실험 과정은 다음과 같다.



[그림 4]

<실험 과정>

- ① 상온에서 눈금 실린더에 증류수를 채운다.
- ② 기체가 채워진 풍선이 기준선 위쪽에 정지해 있도록 추를 매달아 증류수에 넣는다.
- ③ 눈금 실린더를 열교환기가 설치된 곳에 놓는다. 열교환기는 ㉠가열과 ㉡냉각 중 하나만 할 수 있다.
- ④ 제어기를 설치한다. 제어기는 풍선이 기준선을 지나는 것을 감지하고 그 결과에 따라 열교환기의 작동 여부를 결정하여 작동시킨다.
- ⑤ 열교환기를 작동시킨다.

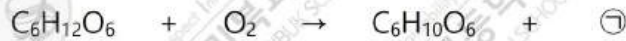
풍선이 가라앉아 기준점을 지나기 위해서는 ㉠와 ㉡ 중 어떤 것이 필요한지 선택하고, 그 이유를 증류수의 밀도 및 기체의 밀도와 관련하여 설명하시오. (단, 열교환기 내부에서 물질 간 열 교환은 빠르게 일어나며, 물질의 상태변화는 고려하지 않는다.)

[2] 다음은 (가) 신문 기사에 이어지는 내용이다.

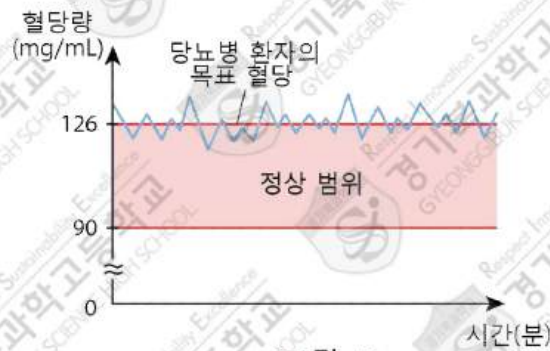
[2024년 ○월 ○일, △△일보 기사]

..... 중략

포도당 산화 효소를 이용하여 혈당을 측정하는 장치의 경우, 포도당($C_6H_{12}O_6$)과 산소(O_2)가 반응하면 글루코노락톤($C_6H_{10}O_6$)과 ㉠이 생성되는 원리를 이용한다. 인공 이자는 이 과정에서 생성된 ㉠의 양을 측정하고, 그 값을 바탕으로 혈당을 계산하여 인슐린 주사 여부를 결정한다. 다음은 이 과정의 화학 반응식이다.



[그림 5]는 인공 이자를 부착한 당뇨병 환자의 혈당량을 시간에 따라 나타낸 것이다.



[그림 5]

[2-1] ㉠을 구성하는 원소의 종류를 말하고, 한 분자 당 원자의 수를 각각 말하시오.

[2-2] 주어진 화학 반응식에서 반응물과 생성물의 질량비는 다음과 같다.

$$\text{포도당} : \text{산소} : \text{글루코노락톤} : \text{㉠} = 90 : 16 : 89 : x$$

1 mL의 혈액을 반응시켰을 때, 인공 이자가 인슐린을 주사하게 되는 ㉠의 최소량(y)을 제시하고, 그 이유를 설명하시오.

[3] 다음은 영양소 검출반응 실험 활동지의 일부이다.

[실험 목표] 미지의 용액에 포함된 영양소를 검출할 수 있다.

[실험 과정]

- ① 이자에서 추출한 소화 효소만 포함된 소화제를 준비하고, 막자사발에 간다.
- ② ①에서 갈아 놓은 소화제를 증류수와 섞어 소화제 용액을 만든다.
- ③ 증류수, 녹말 용액, 혈당이 정상인 사람의 오줌, 당뇨병 환자의 오줌을 준비한다. (단, 당뇨병 외 다른 질병은 고려하지 않는다.)
- ④ 시험관을 6개 준비하여 각 시험관에 아래와 같이 용액 ㉠~㉦를 담고, ㉠과 ㉣를 담은 것은 각각 A와 B로, ㉡~㉦를 담은 것은 순서에 상관없이 C~F로 표시한다.

시험관	A	B	C ~ F			
	㉠	㉣	㉡	㉢	㉤	㉦
용액	소화제 용액 + 증류수	증류수	녹말용액 + 증류수	녹말용액 + 소화제 용액	정상 혈당인 사람의 오줌	당뇨병 환자의 오줌

- ⑤ A~F를 35~40°C의 물이 담긴 비커에 5분 정도 넣어 둔다.
- ⑥ 시험관 6개를 더 준비하고, A~F 속 용액을 절반씩 나누어 A₁~F₁, A₂~F₂를 만든다.
- ⑦ A₁~F₁에 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 넣고 색깔 변화를 관찰한다.
- ⑧ A₂~F₂에 베네딕트 용액을 넣고, A₂~F₂를 끓는 물이 담긴 비커에 5분간 넣어 색깔 변화를 관찰한다.

[실험 결과]

(변화 있음: ○, 변화 없음: ×, 기록 못 함: -)

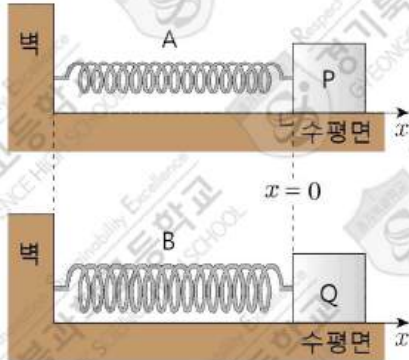
구분	A	B	C	D	E	F
아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₁	F ₁
	×	×	-	○	-	○
베네딕트 용액	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	E ₂	F ₂
	×	×	×	-	○	○

[3-1] ⑦과 ⑧에서 검출할 수 있는 영양소를 있는 대로 각각 제시하시오.

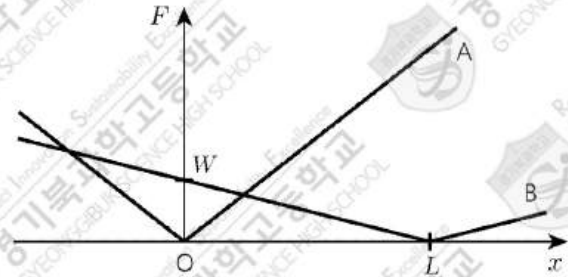
[3-2] ㉡~㉦ 중 C, E, F에 담은 것은 각각 무엇인지 말하고, 그 이유를 설명하시오.

[4] 다음을 읽고, 물음에 답하시오.

(가) [그림 6]은 벽에 고정된 용수철 A와 B에 각각 연결된 P와 Q의 위치 x 에 따른 용수철의 탄성력의 크기 F 를 측정하는 모습으로, P와 Q의 위치는 $x=0$ 로 같다. P와 Q는 수평면 위에서 x 축과 나란한 방향으로만 움직일 수 있고 무게는 W 로 같다. [그림 7]은 [그림 6]의 결과를 나타낸 것으로, 원점 O는 $x=0$ 인 점이다. (단, 용수철의 질량, 물체의 크기, 모든 마찰은 무시한다.)

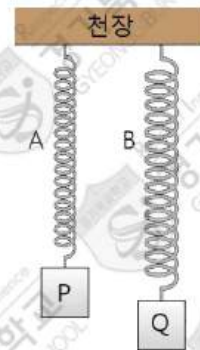


[그림 6]



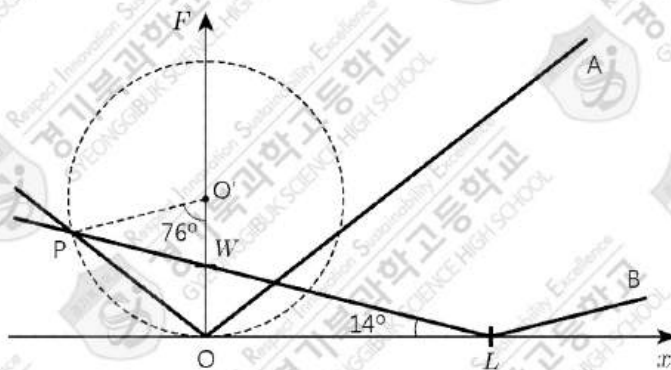
[그림 7]

(나) [그림 8]은 A에는 P를, B에는 Q를 매달아 천장에 연직 방향으로 연결하고, 천천히 내려 놓아 정지한 모습을 나타낸 것이다.



[그림 8]

(다) [그림 9]는 [그림 7]에서 A와 B의 두 교점 중 $x < 0$ 인 교점을 P라 할 때, O와 P를 지나며 중심 O'이 F 축 위에 있는 원을 그린 것이다. 이때, $\angle PO'O = 76^\circ$ 이고 B와 x 축이 이루는 각도는 14° 이다. 표는 삼각비의 값을 나타낸 것이다.



[그림 9]

각도	탄젠트(tan)
7°	0.12
14°	0.25
35°	0.70
38°	0.78
42°	0.90
50°	1.19
76°	4.01

[4-1] [그림 6]에서 B가 원래 길이로부터 변화된 상태를 말하고, 그 이유를 설명하시오.

[4-2] 늘어나지 않은 두 용수철의 길이는 얼마만큼 차이가 나는지 구하고, 그 이유를 설명하시오.

[4-3] [그림 8]에서 B가 원래 길이로부터 늘어난 길이를 구하고, 그 이유를 설명하시오.

[4-4] [그림 9]와 표를 활용하여 [그림 8]에서 A가 원래 길이로부터 늘어난 길이를 L 로 표현하시오.