

20포인트 시리즈



바다사자 지음



## 저자의 말

2021학년도 저자의 말

신입 저자에게 과분한 사랑을 주신 오르비 여러분들 정말 감사합니다

많은 부족한 부분이 있었음에도 따라와주신 많은 분들을 위해

앞으로 2021학년도에도 열심히하는 저자가 되도록 하겠습니다

2021학년도에는 작년에 느꼈던 여러 부족한 부분을 모두 개선하고,

제 모든 능력을 보여드리도록 하겠습니다.

더더욱 나은 교재로 찾아오도록 하겠습니다.

감사합니다



기마켓입니다. 독해력 증진에만 힘썬던 기존의 비문학 교재와는 상당히 다른 형태입니다. 짧은 배경지식에 기출만 나열한 간단한 형태이지만, 기마켓으로 얻을 수 있는 효과는 무한합니다.

1. 비문학 기출 지문을 활용한 독해력 증진
2. 제재별로 분류된 지문을 활용한 취약부분 배경지식 학습
3. 쉽게 접하지 못했던 수능 지문을 활용한 새로운 지문 독해 학습
4. 언제든 찾아볼 수 있는 비문학 지문 백과사전

정형화된 활용 방법은 없습니다. 개개인이 필요한 부분을 학습하면 됩니다.

하지만, 본 교재는 문제가 없는, 비문학 지문만 있는 교재이기 때문에, 지문을 독해하는 연습이 있어야 합니다.

따라서, 스포 방지를 위해 지문 제목은 지문 번호로 대체하였고, 지문의 마지막에 주제와 핵심 내용을 직접 쓰는 공간을 마련했습니다. 대신, 키워드는 맨 앞 지문 목록에 넣었습니다.



과학의 기본 내용들	09 p
물리학	12 p
화학	28 p
생명과과학	34 p
천문학	40 p
평가원 지문으로 복습	43 p

지문번호	출처	키워드	페이지
1	2009. 06월	단위	44 p
2	1995. 수능	패러다임	46 p
3	2006. 09월	역사적 질문	48 p

#### 물리

4	2016. 수능 A형	돌림힘	50 p
5	2016. 수능 B형	유체의 마찰	52 p
6	2017. 09월	칼로릭 이론	54 p
7	2006. 수능	이글루의 원리	56 p
8	1998. 수능	우주론적 시간과 열역학적 시간	58 p
9	2017. 06월	음악의 원리	60 p
10	2014. 06월 B형	레일리 산란	62 p
11	2009. 06월	신기루	64 p
12	2018. 09월	양자의 공존 상태	66 p
13	2012. 수능	양자의 불확정성 원리	68 p
14	2004. 수능	양자의 불가사의한 현상	70 p
15	2011. 09월	상대성이론의 시작	72 p
16	2014. 09월 B형	돌림힘	74 p
17	2015. 09월 B형	점탄성	76 p
18	2004. 09월	초끈이론과 힘의 개념	78 p

### 화학

19	2016. 06월	원자모형의 변천	80 p
20	2016. 09월 A형	지방의 산패	82 p
21	2014. 수능 A형	금속 불꽃의 스펙트럼	84 p
22	2013. 수능	반데르발스 상태 방정식	86 p
23	2003. 예비	물리 변화와 화학 변화	88 p
24	2008. 09월	NMR 분광계	90 p
25	2008. 수능	촉매	92 p
26	2013. 09월	맥스웰 속도 분포	94 p

### 생명과학

27	2016. 09월 B형	암 치료제	96 p
28	2014. 09월 A형	장소기억	98 p
29	2020. 06월	세포 내 공생설	100 p
30	2010. 06월	생태계의 특징	102 p
31	1994. 수능 1차	동종 요법	104 p
32	2005. 수능	호흡계의 진화적 기원	106 p
33	1994. 수능 2차	생태계와 인간	108 p
34	2001. 수능	유전자 가위	110 p
35	2008. 수능	하비의 순환이론	112 p
36	2009. 수능	공룡의 걸음	114 p
37	2010. 수능	미생물의 종 구분	116 p
38	2004. 06월	인공 생명론	118 p
39	2005. 06월	생물다양성의 중요성	120 p
40	2008. 06월	심해 열수구	122 p
41	2012. 06월	근섬유와 운동강도	124 p
42	2013. 06월	식물 물 운반의 원리	126 p
43	2014. 06월 A형	입체 지각의 원리	128 p
44	2015. 수능 A형	제한아미노산의 원리	130 p
45	2017. 수능	반추 동물의 원리	132 p
46	2020. 수능	인체의 면역	134 p
47	2010. 09월	연니	136 p

### 지구과학(전체)

48	2015. 수능 B형	슈퍼문	138 p
49	2014. 수능 B형	전향력	140 p
50	1996. 수능	초신성 폭발	142 p
51	2005. 9월	별의 원리	144 p
52	2005. 예비	우주의 팽창	146 p
53	2007. 9월	판구조론	148 p
54	2009. 9월	클라레이트 수화물(하이드레이트)	150 p
55	2003. 수능	외계 생명체의 가능성	152 p
56	2007. 수능	화성 외계인의 가능성	154 p
57	2011. 수능	항성년과 회귀년	156 p
58	2011. 6월	사막의 형성	158 p
59	2015. 6월 B형	별의 밝기	160 p
60	2019. 수능	천문학 혁명과 중력	162 p
61	2016. 6월	암흑 물질	164 p

### 수학

62	1999. 수능	미적분학의 기원	166 p
63	2000. 수능	조선의 수학 문제 풀이	168 p
64	2002. 수능	사색문제	170 p
65	2012. 9월	데카르트 좌표계	172 p

### 기타

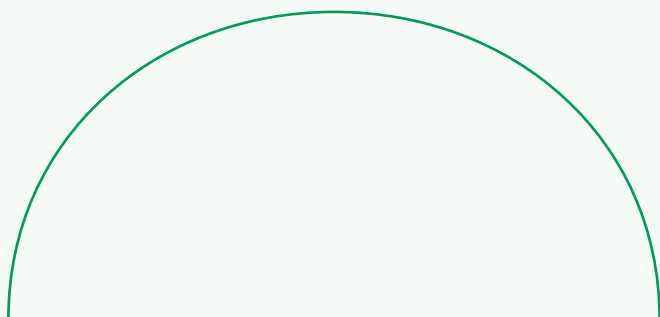
66	1994. 수능 1차	신과학 운동	174 p
67	1997. 수능	과학과 예술의 창조성	176 p
68	2006. 6월	과학적 지식의 생성	178 p



2019 시리즈







과학의 기본 내용들



## 과학의 기본 내용들 (과학편 서론)

지금까지 교육과정상의 과학은 비교적 쉬운 내용부터 배우는 형태였다. 그러나, 쉬운 개념이라고 먼저 알려진 개념인 것은 아니다. 교육과정은 학생들이 이해할 수 있는 소재 등을 복합적으로 고려하여 역사상의 과학이라는 학문을 재배열한 것이다. 따라서, 실제 역사의 흐름에 맞도록 과학사를 시간 순서대로 보고 넘어가게 되면, 전체적으로 ‘과학’이라는 학문이 현재까지 어떻게 발전되어 왔는지를 이해할 수 있을 것이다.

과학은 정해진 체계 안에 견고하게 자리잡고 있는 학문이다. 따라서, 과학을 배우기 전에 그 체계인 단위를 확실하게 배우고 가는 것이 중요하다. 과학을 보다 편하게 다루기 위해 1950년 10월에 제 11차 국제 도량형 총 회의에서는 SI단위계(Système international d'unités, MKS단위계)를 제정하였다. 이는 ‘국제단위계’라는 뜻의 프랑스어이다. SI단위계는 다음과 같다.

물리량	이름	기호
길이	미터	m
질량	킬로그램	kg
시간	초	s
전류	암페어	A
온도	켈빈	K
물질량	몰	mol
광도	칸델라	cd

이 SI단위계만으로 거의 대부분의 다른 단위를 나타낼 수 있다. 아무것도 알지 못한다는 가정하에 현재 이 표만 보면 질문이 두 가지 생길 것이다.

내가 아는 다른 단위는 어디로 갔는가?

킬로그램과 그램의 차이처럼 저 앞에 있는 것은 무엇인가?

우선, 첫 번째 질문에 대한 답을 내기 전에 ‘차원’이라는 것을 알아야 한다.

흔히 선을 1차원이라 하고, 면을 2차원이라고 한다. 또한, 공간을 3차원이라고 한다. 이때 선의 단위는 길이의 단위로 m이다. 면의 단위는  $m^2$ 이고, 공간의 단위는  $m^3$ 이다. 이때, 위에 붙는 숫자가 그 차원이 되는 것이다.

SI단위가 아닌 다른 단위의 예로 ml(밀리리터)가 있을 것이다. 이때,  $1cm^3 = 1ml$ 임을 누구나 알 것이다. 동일한 단위이지만, 다르게 부르는 것으로, ml는  $cm^3$ 으로 나타낼 수 있다. 부피의 단위를 공간의 단위의 세제곱 형태로 나타낸 것이다.  $1m = 100cm$ 인 것은 누구나 아는 사실이므로, cm은 길이의 단위이고, 위의 SI단위계에서 다루고 있는 단위이다. 즉, 알고 있는 다른 단위들은 모두 SI단위로 나타낼 수 있는 것이다. 하지만, SI단위로 반드시 나타낼 필요는 없으며, 편의상 다른 단위를 정의하기도 한다.

그러면, 이때,  $1m = 100cm$ ,  $1kg = 1000g$ 처럼 앞에 붙은 c와 k에 대해 설명해야 한다. 이를 SI접두어라고 한다. SI접두어는 단위가 너무 커지는 것을 방지하기 위해서 생겨난 것이다. 예를 들어 16 GB USB가 있다고 하자. 이를 16000000000B USB라고 나타내면 너무 비효율적이다. 따라서 생겨난 것이  $10^9$ 인 G(기가)이다. 이는 단

위가 아니라 한 수를 나타내는 것이다. 물론 작은 수를 표현하기 위해 만든 접두어도 있다. 자주 사용되는 접두어만 모은 아래 표를 참고하자.

$10^9$	기가	G
$10^6$	메가	M
$10^3$	킬로	k
$10^2$	헥토	h
$10^1$	데카	da
$10^{-1}$	데시	d
$10^{-2}$	센티	c
$10^{-3}$	밀리	m
$10^{-6}$	마이크로	$\mu$

SI단위는 가장 기본적인 형태의 단위인 것은 아니다. 한 가지 예시는 위 SI단위계에서 물질량의 단위가 mol이라고 제시되어 있다. 우리는 화학1에서 mol이  $6.02 \times 10^{23}$ 개 임을 알고 있다. 이때, mol은 '개'와 단위가 같은 것이고, 앞에 붙은 숫자를 반복하기 비효율적이기 때문에 mol이라는 단위를 만들어 접두어와 단위의 역할을 동시에 수행하기 위해 만든 것이다. 그러면 '개'를 SI단위로 나타내려면 어떻게 해야 할까?  $\frac{1}{6.02} \times 10^{-23}$  mol이 되는 것이다.



## 물리학

### #1 물리학의 통시적 구성

물리학은 20세기 양자역학 탄생 전후로 나뉜다. 양자역학 이전에는 고전물리학이라 불리고, 그 이후에는 현대물리학이라고 한다. 고전물리학은 거시물리학이라고도 하는데, 간단히 말하면 ‘눈에 보이는 물리학’이라고 이해하면 편하다. 이에 반해 현대물리학은 고전물리학에 양자역학, 상대성 이론을 더하여 기존 고전물리학에서 설명할 수 없었던 여러 물리 현상들을 설명하는 이론이다. 현대물리학에 ‘양자역학’과 ‘상대성 이론’이라는 양대산맥이 있다면, 고전물리학에는 고전역학의 대표 법칙인 ‘뉴턴의 운동법칙’과 전자기학의 대표 법칙인 ‘맥스웰의 전자기법칙’이 있다. 고전물리학과 현대물리학은 각각 2, 3단원에서 자세히 다룰 것이다. 우선, 전체적 흐름을 보기 위해 통시적으로 구조를 보자면 다음과 같다.

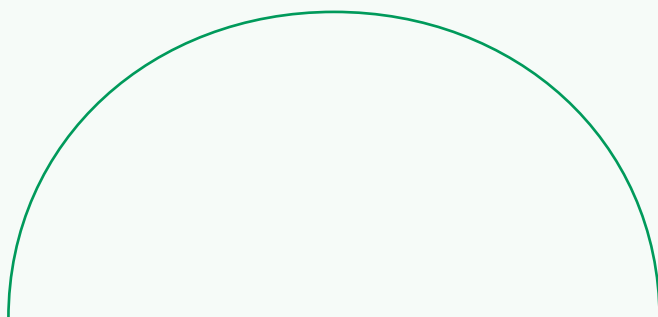
#### 1. 고대 물리학 (기원전 4세기~3세기)

물리학의 시초는 ‘실험’이었다. 설명하기 위해 생겨난 학문이 아닌, 호기심에 생겨난 학문이라고 볼 수 있다. 기록상으로 물리 실험을 시작한 사람은 ‘천문’ 지문에 자주 나오는 인물인 ‘프톨레마이오스’이다. 그는 <광학 Optica>라는 책에서 빛에 대한 실험을 서술하였다. 지구의 크기를 측정한 에라토스테네스 역시 실험을 시작한 사람이라고 볼 수 있으나, 구체적 기록이 없기 때문에 인정되진 않는다. 그러나, 프톨레마이오스는 물리학 발전에 아주 큰 악영향을 끼쳤는데, 그 이유는 그가 이상주의자였기 때문이다. 고대물리학의 철학적 뿌리는 이상주의자였던 플라톤이다. 이로 인해 프톨레마이오스 역시 이상주의자였으며, 그의 실험 결과에 맞지 않는 결과는 무시하거나 합리화하였다. 프톨레마이오스는 우리가 물체를 볼 수 있는 이유가 눈에서 광선이 발사되기 때문이라고 하였다.

고대의 잘못된 이론으로 유명한 또 다른 학자는 ‘아리스토텔레스’이다. 아리스토텔레스는 프톨레마이오스와 다르게 플라톤의 이데아론을 반대하여 자연탐구를 중시하였다. 귀납적 관찰을 이용하였고, 4원소설 등의 과학 뿐 아니라 논리학, 정치학, 철학 등 거의 모든 분야에 영향을 끼쳤다. 과학적 탐구 방법의 시초이긴 하지만 물리학과는 직접적인 연관이 없기 때문에 넘어가도록 하자.

#### 2. 고전역학(17세기)

우선, 시기를 보자. 고대 물리학은 기원전에서 3세기 정도까지이다. 그 이후 16세기 정도까지 알려진 과학자가 없다. 그 사이는 흔히 말하는 과학의 암흑기인 ‘중세시대’이기 때문이다. 이 시기는 ‘신’이 모든 것의 해결이었다. 십자가 전쟁이 일어나고 그런 시기이다. 그 이후 르네상스 시대를 거치며 과학혁명의 토대가 마련되었고, 이는 근세시대로 이어지며 고전역학이 본격적으로 시작하게 되었다. 과학혁명은 그리스 시대의 과학을 넘기는 ‘패러다임’에 해당한다.



평가원 지문으로 복습



현대 산업 체계에서 도량형의 통일된 표준이 없다면 큰 혼란을 초래할 수 있다. 이를 방지하기 위하여 18세기 말부터 국제적인 표준을 만들려는 노력이 꾸준히 이루어졌다.

1791년에 처음으로 프랑스 과학아카데미는 북극에서 파리를 지나 적도까지 이르는 자오선 길이의 1000만분의 1을 ‘1미터’라고 정의하였다. 그러나 자오선 길이는 측정이 어렵기 때문에 이 정의에 따라 눈금자를 만드는 일은 쉽지 않았다.

그 뒤 1875년에 미터 조약이 만들어졌고 이에 따라서 1889년에 열린 제1차 국제도량형총회(CGPM)는 안정성 높은 백금-이리듐 합금 막대로 제작된 ‘미터 원기(原器)’를 새 표준으로 정의하였다. 그러나 이렇게 만들어진 국제 미터 원기는 온도나 압력에 따라 물리적 특성이 변하거나 훼손될 경우, 원래와 똑같이 복원하는 것이 불가능하다. 이를 극복하기 위해서는, 변하지 않는 자연 대상을 바탕으로 언제든지 복원 가능한 표준을 새로 개발할 필요가 있었다.

20세기 과학의 발달로 원자 수준의 현상에 대한 정밀 측정이 가능해졌다. 원자는 내부에 일정한 에너지 준위(準位)들이 형성되어 있다. 이때 원자 안의 전자가 높은 준위에서 낮은 준위로 전이될 때 방출되는 복사선들은 각각 불변하는 고유의 파장을 가지고 있다. 따라서 1960년 제11차 총회는 크립톤이라는 원자에서 나오는 오렌지색 복사선의 파장을 길이의 표준으로 정의하였다.

“미터는 크립톤-86 원자의  $2p_{10}$ 과  $5d_5$  준위 간의 전이에 대응하는 복사선의 진공 중 파장의 1 650 763.73배와 같은 길이이다(CGPM, 1960).”

(주: 국제표준단위계(SI)는 큰 수를 3자리씩 구분하여 적음)

그러나 이 정의도 크립톤 램프에서 나오는 빛의 세기가 약하므로 실제로 활용하려면 여전히 어려움이 많았다.

1960년대 이후 개발된 레이저 빛은 멀리까지 퍼지지 않고 직진하기 때문에 길이 측정에 유용함이 입증되었다. 아인슈타인의 상대성 이론에 따르면 빛의 속력은 항상 일정하므로, 레이저를 이용하여 빛의 속력을 길이 표준에 이용하자는 의견이 제기되었다. 이 의견은 1983년 제17차 총회에 반영되어 미터 정의가 현재와 같이 개정되었다.

“미터는 빛이 진공에서 299 792 458분의 1초 동안 진행한 경로의 길이이다(CGPM, 1983).”

여기서 빛의 속력이 정확한 값으로 고정된 것에 주목할 필요가 있다. 과거에는 속력을 정하려면 이동 거리와 시간을 측정해야만 했다. 그런데 측정은 항상 오차를 가지게 마련이므로 측정으로 표준을 정하면 값을 확정할 수 없다. 예를 들어 측정된 빛의 속력은  $299\,792\,458(1.2)\text{m/s}$ 라는 식으로 복잡하게 표현되었는데 여기서 괄호는 측정 불확정도를 나타내었다. 그러나 새로운 정의에서 빛의 속력은 불확정도가 0인 정확한 값으로 규정된다. 그 대신 길이의 정의에 따라 속력을 측정하는 것이 아니라, 역으로 빛의 속력을 기준으로 길이를 정의하게 된 것이다.

주제

정리

과학 이론은 우리가 세계를 보는 눈이기도 하다. 흔히 과학이란 관찰과 경험에 토대를 두고 있기 때문에 어떤 과학 이론도 관찰 결과와 일치하지 않으면 수정되거나 폐기될 수밖에 없다고들 생각한다. 경험된 사실들을 토대로 해서 형성된 과학 이론은 자연 현상에 대해 기술하고 예측하는 데 그 존재 이유가 있는 것이므로, 어떤 이론에서 예측된 내용이 실제 관찰 결과와 일치하지 않을 때 그 이론은 쓸모가 없다는 것이다. 이런 견해에 따르면 관찰 결과가 이론의 생사를 결정하는 잣대가 된다.

그러나 관찰과 이론의 관계가 항상 그렇게 일방적인 것만은 아니다. 뉴턴의 예를 들어 보자. 뉴턴은 중력과 운동에 관한 이론을 발표하여 과학사상 거의 유례가 없는 존경과 찬사를 받았다. 그러나 그 당시 뉴턴의 이론이 모든 관찰 결과와 일치하지는 않았다. 천문 학자들은 뉴턴의 이론을 근거로 예측한 달의 운동이 관찰 결과와 일치하지 않는다는 것을 지적하였다. 그럼에도 불구하고 뉴턴은 자신의 이론을 수정하거나 포기하지 않았다. 오히려 그는 천문학자들에게 달을 관찰하는데 영향을 미치는 여러 가지 요소들을 고려해서 다시 관찰하도록 충고하였다. 천문학자들은 뉴턴의 충고를 따라서 그들의 관찰 방법을 수정하였고, 그 결과 자신들의 오류를 인정하지 않을 수 없었다. 이 천문학자들이야말로 혹 떼려 갔다가 혹 붙인 격이라 할 수 있다.

뉴턴의 이론이 발표된 이후 거의 한 세기가 지나서 천문학자들은 다시 천왕성의 궤도가 뉴턴의 이론이 예측한 위치에서 벗어나 있다는 것을 알게 되었다. 그래도 그들은 뉴턴의 이론을 의심하지 않았다. 따라서 천왕성의 궤도에 영향을 미치는 또 다른 행성이 있어야 한다고 생각하기에 이르렀다. 그들은 뉴턴의 이론을 토대로 그 행성의 위치와 질량을 계산해서 추적한 결과 실제로 해왕성이라는 새로운 행성을 발견하게 되었다. 이것은 이론이 새로운 발전을 유도한 사례이다. 이처럼 과학자들이 이론에 모순되는 관찰 결과가 나왔다는 이유만으로 자신의 이론을 쉽게 포기하지 않은 예는 과학사에 드물지 않다.

뉴턴의 이론은 그것을 신뢰했던 많은 과학자들에 의해서 명료하게 다듬어졌고, 과학사에 탁월한 업적으로 길이 남게 되었다. 이와 같이 권위 있는 과학 이론은 토마스 쿤이 말하는 패러다임의 역할을 한다. 패러다임이란 과학자 사회의 구성원들이 공유하고 있는 신념, 가치, 기술 등의 총체를 말한다. 패러다임은 과학적으로 탐구할 만한 문제를 규정해 주고, 과학자들이 취할 수 있는 문제 해결 모형을 제공하며, 연구 결과의 타당성을 분별하는 기준이 된다. 과학에서 패러다임의 존재는 거의 절대적이어서, 과학자들은 패러다임을 적극적으로 옹호하고 보호하려고 한다. 따라서 패러다임과 일치하지 않는 관찰 결과가 나왔을 때, 과학자들은 이론을 의심하기보다 관찰 결과를 재해석하고 새로운 실험을 통해서 그 불일치를



해결하려고 노력한다.

그러나 이론에 모순된 관찰 결과들이 증가하면 패러다임은 위기를 맞게 된다. 그렇게 되면 그런 관찰 결과들을 해석하기 위한 새로운 이론들이 쏟아져 나와 서로 경합하는 혼돈(混沌)의 시기로 접어들게 한다. 이 때에도 과학자들은 하나의 이론이 승리하여 새로운 패러다임으로 확립되기까지 기존의 패러다임을 포기하지 않는다. 물론 어떤 사람들은 이론에 모순되는 관찰들, 다시 말해서 이론이 옳지 않다는 것을 보여 주는 반례(反例)들을 앞에 놓고서도 기존의 과학 이론을 포기하지 않는 과학자들의 태도는 도저히 합리적이라고 볼 수 없다고 생각한다. 그러나 이러한 과학자들의 태도가 불합리하다고 말할 수만은 없다. 과학적 이론이란 세계를 보는 도구이며, 도구 없이 세계를 본다는 것은 불가능하기 때문이다.

주제

정리