

정승현 물리교육론 기본서

정승현 편저

2026 양용 물리교육론 Master Key 시리즈

C

Y

H

P

I

S

S

인류는 끊임없이 지식을 축적해 왔으며 그와 함께 진화하게 되었습니다. 개인적인 미래의 가치관에 있어 바라는 것이 있다면 과학과 인류가 올바른 방향으로 무한히 나아가는 것입니다. 우리는 태어나면서부터 세상을 호기심 가득한 눈으로 바라보고 익힙니다. 나아가 초, 중, 고등 교육을 거치면서 선택에 따라 대학 교육 전공까지 초기 인생의 대부분을 교육에 임합니다. 이러한 면을 보더라도 교육이 우리에게 얼마나 중요한지를 가늠할 수 있습니다. 틈이 없을 거 같은 유리에 빛이 통하고 전혀 예상하기 힘든 사실을 이해하는 과정에서 우리의 인식과 생각의 틀이 한층 더 발전하게 됩니다. 우리가 만지고 보는 물질 그 자체로 두지 않고 원소들이라는 작은 구조적 집합체로 이해하듯, 그 지식의 가치를 공유하고 발전해 나가는 과정에서 결국에는 우리는 근원적인 질문을 하게 됩니다.

한 예로, 저명한 물리학자이자 천문학자 칼 세이건(Carl Edward Sagan, 1934~1996)은 '생명의 기원, 지구의 기원, 우주의 기원, 외계 생명과 문명의 탐색, 인간과 우주와의 관계 등을 밝혀내는 일이 인간 존재의 근원과 관계된 인간 정체성의 근본 문제를 다루는 일'이라고 했습니다. 밤하늘의 별을 바라보는 일이 한편의 낭만적인 일에 지나는 것이 아니라, 별을 바라보면서 고향을 떠올리는 향수를 지니는 사람이 있을지 의문이지만 말입니다. 사실 우리의 고향은 '별'입니다. 별 속에서 핵융합으로 이루어진 원소들이 우리 몸을 구성하고 있는 것입니다. 별들이 죽고 사는 시간 속에서 유기체를 구성하는 물질이 만들어지고 또 특정한 조건이 맞아 생명체가 탄생되며, 이것이 진화 과정에서 현재 인류까지 왔다니 시간의 흐름이라는 것이 실로 대단하기만 합니다.

나아가 모든 학문은 철학으로 귀결된다는 말이 있습니다. 그 학문이 나아가는 방향, 목적, 공리, 특성 등은 그 결국 그 학문적 틀 안의 근원적 체계가 될 것이기 때문입니다. 역사에서는 위대한 철학자들이 많았습니다. 그들이 고민하는 주제는 결국엔 인간 존재의 근원, 실체성 또는 자연과의 관계성 등의 문제가 많았으며, 그러한 문제를 해결하는 과정에서 우리가 나아가야 할 방향에 대한 지표가 제시되기도 하였습니다. 즉 철학은 우리가 앞으로 무한한 발전을 해나감에 있어 중요히 다루어야 할 부분이고 올바른 방향성의 지침표가 될 것임에 분명합니다. 앞으로 우리가 맞이할 사회가 어떠한 방향으로 나아갈지는 아무도 모릅니다.

그 무한한 방향성을 제시함에 있어 탄탄한 철학적 기초가 사회에 만연하여 사회적 문제가 도출되었을 때 그 해결 과정의 열쇠가 존재하길 바랄 뿐입니다.

교육에 대한 근원적인 문제를 고민하고 후대에 올바른 방향으로 지식을 전달하는 방식과 방향에 대한 것이 과학 교육론입니다. 앞에서 언급한 것처럼 자연스럽게 철학적인 부분과 발전 과정 그리고 배움과 가르침의 방식에 대해 선각자들이 고민하고 연구했던 산물을 학습하게 됩니다. 교육 현장에서 가르침을 전수하고 역으로 배우게 되는 과정을 겪는 당사자로서 집필 과정 중 많은 것을 느끼게 되었습니다. ‘교육’이라는 짧지만, 인생의 많은 부분을 차지하는 단어도 드물 것입니다. 자녀 교육에 열정을 다하시는 이 시대의 부모님들과 배움에 구슬땀을 흘리는 여러분께 존경과 경의를 표하며 이 책을 바칩니다.

감사합니다.

I 역대 물리교육론 기출 오개념 표

년도	파트	오개념
2002	역학	물체에 힘은 운동 방향으로 작용한다.
2003	전기	전류가 저항에서 소모되어 뒤쪽이 어두워진다.
2004	전기	전류는 저항에서 소모된다.
	역학	운동을 지속하지 못하는 이유는 마찰보다 운동을 지속시키는 힘의 감소 때문이다.
2005	역학	물체에 작용하는 힘은 물체의 속력에 비례하고 작용한 힘의 방향과 운동 방향이 같다.
2006	역학	물체는 일정한 힘이 작용하면 등속운동한다. 정지한 물체에는 작용한 힘이 없다.
2008	빛	그림자는 광원의 모양에 관계없이 물체의 모양에 의해 결정된다.
2010	역학	무거운 물체가 가벼운 물체보다 먼저 떨어진다.
	역학	물체에 힘이 작용하지 않으면, 그 물체는 멈춘다. 이동 방향으로 언제나 힘이 작용한다.
2012	현대	유한 퍼텐셜 장벽에서 전자의 크기가 작아 장벽을 통과한다. 에너지가 퍼텐셜 장벽보다 작아 통과하지 못한다.
2013	전기	전구를 병렬연결 할 때, 건전지에 연결되는 전구의 개수가 적을수록 전구에 보다 많은 전류가 흐르므로 밝아진다.
	역학	정지한 물체에는 작용한 힘이 없다.
2014	전기	모든 물체는 양전기와 음전기 중 하나의 성질만을 가진다.
	역학	지구 주위를 도는 우주 정거장 내부에서는 중력이 없다.
2015	열	물질이 뜨겁거나 차가운 것은 물질 고유의 성질이다.
2016	역학	정지한 물체는 힘이 작용하지 않는다.
2019	빛	그림자는 광원의 모양과 관계없이 물체의 모양에 의해 결정된다.
2020	역학	운동 방향(접선방향)으로 힘이 존재한다. 관성 좌표계에서 원심력이 실제 작용하는 힘이다.
2022	열	열전도도가 높은 물질이 보냉에 유리하고, 열전도도가 낮은 물질이 보온에 유리하다

※ 공통 연도

역학(2002년, 2020년): 물체에 힘은 운동 방향(접선)으로 작용한다.

역학(2006년, 2013년, 2016년): 정지한 물체는 힘이 작용하지 않는다.

전기(2003년, 2004년): 전류는 저항에서 소모된다.

빛(2008년, 2019년): 그림자는 광원의 모양에 관계없이 물체의 모양에 의해 결정된다.

I 과학교육론의 핵심과 의의

과학교육론은 과학 지식의 발전과 교육에 대한 학문이다. 현재 우리가 받아들이고 있는 과학지식이 어떠한 과정을 통해 발전해왔으며, 그에 대해 철학적, 사상적 분류로 더 짜임새 있게 이해하려 한다. 그리고 상아탑으로 쌓아 올려진 지식을 어떻게 가르치는 것이 효율적이고 가치가 있는지에 대한 고민의 산물이다.

이를 큰 부류로 나누면 과학교육론은 발전, 이론, 모형 및 전략, 평가 4가지로 나뉜다.

첫째, 발전은 인류의 과학지식이 어떠한 방식으로 진행되어왔는지를 배운다. 반복된 경험이나 임팩트있는 단 한 번의 경험으로도 알 수 있는 ‘불이 뜨겁다’, ‘맹독을 먹으면 죽는다’ 등의 경험주의적 관점에 의한 발전이 있고, 인간은 사회적 동물로서 사회 유기적 관계 즉, 개인과 사회와의 관계를 중요시하는 구성주의적 관점이 있다. 또한 기존 지식에 반하는 사건들로 인해 지식이 변화 및 발전한다는 반증주의적 관점이 있다. ‘균은 무조건적 해롭다’라는 발상의 전환 즉, 때론 예방접종이 이로움을 가져온다는 면역체계의 지식 발전이 하나의 예이다. 그리고 어떠한 뉴턴이나 아인슈타인 등 천재적 발상으로 기존의 인식구조 전체에 변화를 일으킨다는 관점이 있다. 바라보는 시점 등의 차이는 있지만 모두 과학 지식이 어떻게 발전해 왔는지에 대해 알아보는 것이다.

둘째, 이러한 지식이 어떻게 하면 사회에 통용되어 보다 가치있고 발전적인 사회가 되길 바라는가에 대한 고민이다. 즉, 교육의 이론이다. 이론은 상황 및 목적에 따라 다양한 관점이 있다.

셋째, 이론 체계를 표현하기 위한 도구가 교수·학습의 모형 및 전략이다. 아무리 이론이 좋아도 어떠한 도구를 사용하느냐에 따라 전달이 달라질 수 있다. 스파르타식의 이론에 적합한 것은 강제 단체 합숙 훈련일 것이다. 그리고 사회적 관계를 중요시하는 이론이라면 토론 발표 수업이 하나의 도구가 된다.

넷째, 교육이 얼마나 잘되었는지 그리고 집단의 성향을 파악하여 피드백하기 위한 평가가 필요하다. 아무리 의지가 있고 올바른 이론 체계 및 도구를 갖추더라도 너무 쉬웠는지 반대로 어려웠는지 혹은 과정에 무엇이 문제가 있었는지를 파악하는 것이 중요하다. 효과적으로 지식이 전달되었는지에 대한 확인 척도로써 평가가 이뤄진다. 그리고 교육적 상황에 맞게 적절한 평가 방식이 제안된다.

과학교육론은 사상과 방식을 나타내는 개념 및 용어의 의미가 매우 중요하다. 이에 대한 명확한 정의가 되어있지 않으면 학습에 큰 어려움이 있고, 전체를 바라보기 보다 근시안적이고 표면적인 학습을 할 우려가 있다. 그래서 본 책에서는 용어의 정의를 최대한 쉽게 표현하고자 한다. 그리고 쉬운 예시나 주로 등장하는 예시 등을 들어 암기식보다 이해를 바탕으로 과학교육론을 학습하는데 목적이 있다.

Chapter 01 과학 지식의 형성 과정과 변화

- 01. 과학 지식 형성의 철학적 관점 ... 10
- 02. 과학 지식 발전의 견해 ... 13
- 연습문제 ... 23

Chapter 02 과학적 사고 방법과 과학의 목적

- 01. 과학적 사고 방법 ... 42
- 02. 과학의 목적 ... 48
- 연습문제 ... 50

Chapter 03 과학 학습 이론

- 01. 브루너 학습 이론 ... 62
- 02. 구성주의 교수·학습 이론 ... 65
- 03. 오수벨(D. Ausubel) 유의미 학습 이론 ... 70
- 연습문제 ... 78

Chapter 04 과학 교수·학습 모형

- 01. 브루너의 발견학습 모형 ... 92
- 02. 순환학습 모형 ... 94
- 03. POE 수업 모형 ... 98
- 04. 드라이버(R. Driver)의 개념변화 학습 모형 ... 100
- 05. 발생(생성) 학습(generative learning) 모형 ... 104
- 06. 인지갈등 수업 모형 ... 105
- 07. 실험 탐구 학습 모형 ... 107
- 08. 과학-기술-사회(STS) 교수·학습 모형 ... 109
- 연습문제 ... 110

Chapter 05 과학 교수·학습 전략

01. 개념도	... 136
02. V도 수업 전략	... 138
03. 비유 활용 수업 전략	... 139
04. 협동 학습 전략	... 143
05. 사고실험 수업 전략	... 149
06. MBL(Microcomputer-Based Laboratory) 활용 수업 전략	... 150
연습문제	... 151

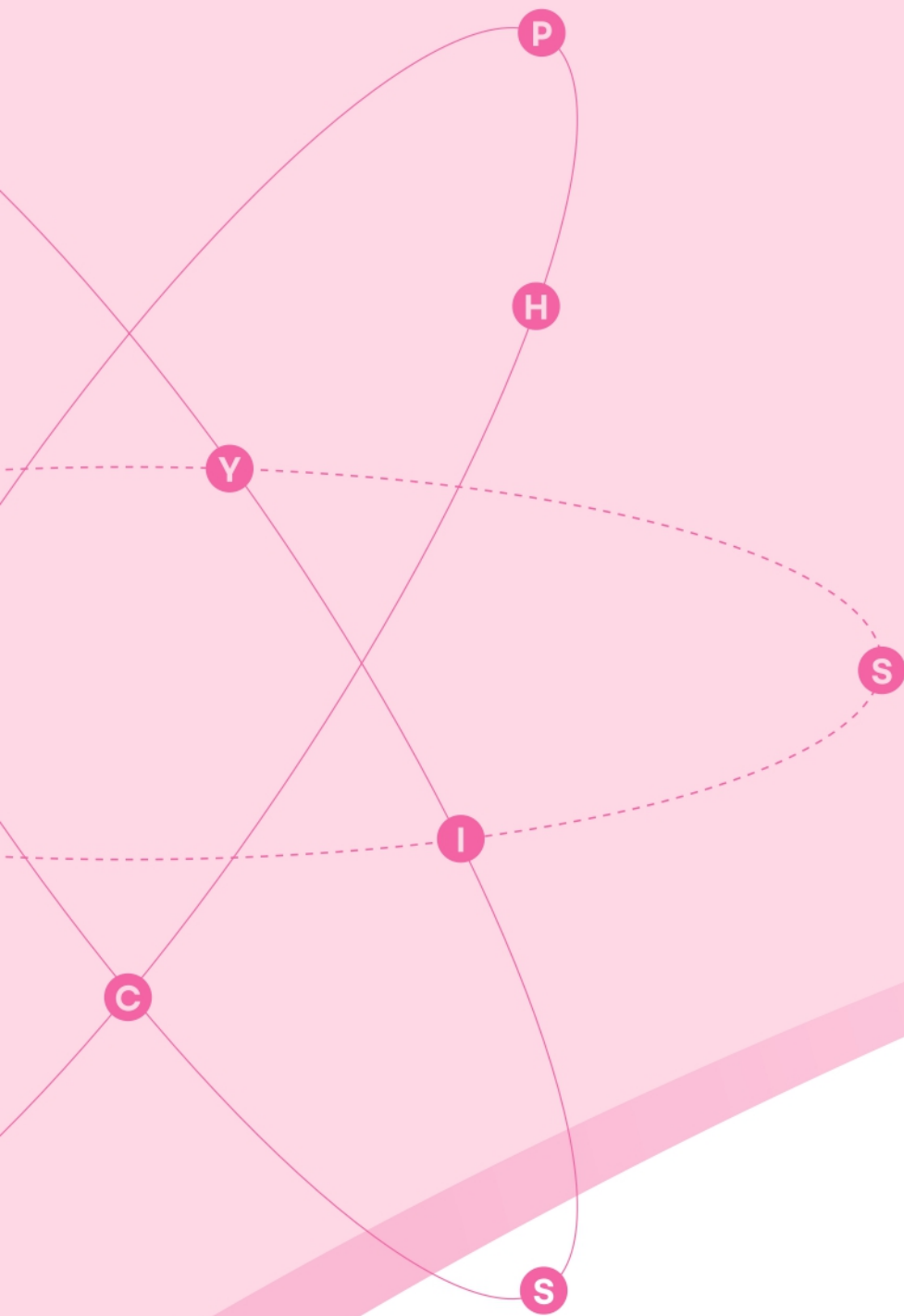
Chapter 06 과학 교육 평가

01. 과학 교육 목표 분류	... 160
02. 개정 교육과 내용 체계 및 평가	... 162
연습문제	... 172

Chapter 07 교과서 실험

01. 학습의 목적에 기반한 실험	... 182
02. 연구를 목적으로 하는 실험	... 182
03. 물리 실험의 개요	... 183
04. 교과서 실험	... 185
05. 오개념	... 281

정답 및 해설	... 320
---------	---------



정승현
물리교육론 기본서

Chapter

01

과학 지식의 형성 과정과 변화

01 과학 지식 형성의 철학적 관점

02 과학 지식 발전의 견해

연습문제

과학 지식의 형성 과정과 변화

사물과 인간을 바라보는 철학적 관점은 과학 발달에 큰 영향을 미친다. 그리고 과학이 어떠한 방식으로 바뀌었는지에 대한 변화를 이러한 과학 철학적 관점으로 이해하려는 시도가 있었다.

과학 지식은 논리적 틀에서 형성되고 발전된다. 논리적 공리 체계에서 기본이 되는 것이 가설이다.

가설(Hypothesis)은 두 개 이상의 변수나 현상 간의 관계를 검증 가능한 형태로 서술하여 변수 간의 관계를 예측하려는 진술과 문장이다. 즉 가설은 조사 과정에서의 검증을 통해 연구 문제를 검증하게끔 하는 역할을 수행하는 것이라 할 수 있다.

※ 과학적 가설의 조건

- ① 탐구 문제에 대한 잠정적인 답의 형태로 기술: '전자가 파동성을 가진다면 회절무늬 현상이 관찰될 것이다'와 같이 완성된 과학적이고 구체적인 명제 형태로 기술되어야 한다.
- ② 변인 또는 현상 간의 관계성: 조작변인과 종속변인 간의 관계 혹은 두 개 이상의 현상 간의 관계가 명확해야 한다.
- ③ 과학적 근거 기반: 이를 설명할 수 있는 이론적 근거에 기반하여야 한다.
- ④ 검증 가능성: 실험적으로 검증이 가능해야 한다.

예 '전자가 파동성을 가진다면 회절무늬 현상이 관찰될 것이다'라는 가설이 있다고 하자.

잠정적인 답의 형태로 기술되어 있으므로 올바른 가설이다. 그리고 전자의 회절무늬와 파동성 현상인 빛의 회절무늬의 유사성이 두 현상 간의 관계를 특정한다. 나아가 물질파 이론과 파동성을 나타내는 회절무늬라는 과학적 근거에 기반한다. 이는 실험으로 검증이 가능하다.

01 과학 지식 형성의 철학적 관점

사상적 체계는 완벽히 구분하기보다는 무엇을 우선시하느냐로 이해하는 것이 낫다. 고대 플라톤, 아리스토텔레스 사상에서부터 현대 베이컨, 데카르트 사상에 이르기까지 다양한 분야에 걸쳐 서로 영향을 주고받았기 때문이다.

자연 철학을 바라보는 관점을 크게 나누면 이성주의, 경험주의, 반증주의, 실증주의, 구성주의가 있다. 이는 어떠한 점을 핵심 요소로 하는지를 이해하는 것이 중요하다. 이후 이러한 사상적 체계를 바탕으로 과학교육 이론이 발전하게 된다.

1. 이성주의(합리주의)

참된 지식은 경험이 아니라 오직 지성이나 이성의 생각을 통해 이루어진다고 보는 관점이다. 플라톤은 '이데아'처럼 물질이나 사물은 그 자체로 본연의 성질이 존재한다고 생각한다. 관찰과 지각을 바탕으로 하는 경험으로는 이 사물의 본연 성질을 알 수 없고 본연의 표면적 성질, 그림자만 이해한다고 주장한다. 예를 들어

‘모든 물질은 끌어당기는 본연의 성질이 있다’라는 만유인력 현상이 자연 본연의 성질이라면 ‘낙하하는 물체’는 이들이 나타내는 그림자 성질에 해당한다. 이성주의의 과학적 사고방식은 연역적 추론이다. 사고방식에 대해서는 다음 장에서 다루고자 한다.

2. 경험주의

경험주의는 실험과 관찰, 즉 경험에 기초한 과학 지식을 완성하는 데에 목표를 둔다. 경험주의자들은 이성주의자들이 주장한 본연의 성질을 연역 논리의 한계로 증명이 불가능함에 회의를 느꼈다. 연역 논리란 앞에서 설명한 ‘모든 물질은 끌어당기는 본연의 성질이 있다’라는 것을 맞다고 가정한 것으로, 연역적 추론은 그 가설에 간혀 대명제에 해당하는 가설 자체가 증명이 불가능하다는 것을 말한다. 따라서 외부 세계에 대한 지식은 우리의 감각을 통해서만 주어진다고 주장했다. 경험주의자들은 이성론은 우리의 감각 경험을 평가하고 조직하는 데에 결정적인 역할을 하고 있지만, 지식 자체의 원천이 될 수 있는 것은 오직 감각 경험이라고 생각했다. 경험주의의 과학적 사고방식은 귀납적 추론이 주를 이룬다.

3. 반증주의

이성주의에서 가설을 지지하는 결과가 나오면 보통은 가설이 참이라고 하기 쉽지만, 연역 논리로는 그렇지 않다는 것을 알 수 있다. 가설이나 이론은 관찰이나 실험에 의해 지속적인 확인을 받게 되며 반증된 가설이나 이론은 더 우수한 가설이나 이론으로 대체되어 과학이 발전한다는 과학관이다. 경험주의는 반복된 관찰과 실험에 의해 일반화되어 가는 방식으로 반증보다 축적에 더 무게를 두는 반면, 반증주의는 특정한 변칙 사례를 통한 발전에 더 무게를 둔다.

예를 들어, 발견된 백로가 계속 하얗기 때문에 ‘백로는 하얗다’라고 일반화된 결론을 내리는 것에 집중하는 것이 경험주의라면 ‘백로는 하얗다’라는 반증 가능한 가설이 검은 백로가 발견됨으로써 수정되어 ‘모든 백로가 하얗지는 않고 대부분의 백로가 하얗다’라는 보다 발전된 가설로 변화함에 집중하는 것이 반증주의이다. 반증주의는 과학지식은 검증할 수 없다고 생각하고 오직 반증만 가능하다고 본다. 반증이 가능한 가설을 제시하고 반증의 논리에 따른 과학의 발전을 설명한다. 반증주의에서는 가설-연역적 추론 방식이 활용된다.

4. 실증주의

감각 경험과 실증적 검증에 기반을 둔 것만이 확실한 지식이라고 보는 관점이다. 과학의 이론과 관찰이 서로 의지한다고 보기 때문에 이성주의, 경험주의의 모든 특성을 가지고 있다. 실증주의는 현재 과학 교과에서 다루는 검증 방식인 변인 통제를 통한 조작변인과 종속변인 간의 관계 파악에 기반을 둔다.

2006-02

01 다음은 과학 이론 변화의 과정을 보여준 사례이다.

- 니담은 고기스프를 병에 넣고 강한 불로 충분히 가열한 후 코르크마개로 막아서 한동안 두었다가, 현미경으로 관찰하여 작은 생물들이 많음을 발견함 → 자연발생설 주장
- 스팔란짜니는 니담이 모두 멸균될 만큼 고기스프를 충분히 끓이지 않았거나 완전히 밀봉하지 못해서 미생물이 생겼다고 주장하면서, 고기스프를 충분히 끓여서 밀봉한 병에서는 미생물이 관찰되지 않음을 보여줌 → 자연발생설 반박
- 니담은 생명력이 작용하기 위해서는 생명의 기(氣)가 있는 공기가 필요한데 밀봉된 병을 가열할 때 이것이 다 빠져 나갔기 때문이라고 스팔란짜니의 실험을 공격함 → 자연발생설을 다시 주장
- 파스퇴르는 S자형 플라스크에 고기스프를 넣고 밀봉하지 않은 채 충분히 끓였다가 냉각시켜 오랫동안 두었지만, 미생물이 발견되지 않음 → 자연발생설 재반박

니담의 자연발생설 주장에서 라카토스 연구 프로그램의 ‘핵’과 ‘보호대’에 해당하는 것을 위 글에서 찾아 쓰고, 위 글에서 포퍼의 반증주의의 문제점을 나타내는 사례 2가지만 그 이유와 함께 제시하시오. [4점]

• 핵: _____

• 보호대: _____

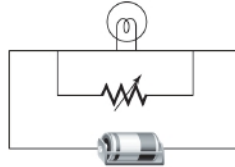
• 반증주의의 문제점 사례와 이유: _____

2021-B04

- 02** 다음 <자료 1>은 예비 교사가 학생들에게 직류 회로에서 전류 개념 이해를 확장시키기 위해 실시한 수업 사례이고, <자료 2>는 이 사례에 대하여 지도 교수와 예비 교사가 반성한 대화 장면이다. 이에 대하여 <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

< 자료 1 >

예비 교사: 다음과 같이 전구와 가변 저항을 병렬로 연결한 회로를 만들어 봅시다. 가변 저항의 값을 크게 하면 전구의 밝기는 어떻게 될까요? 왜 그렇게 생각하는지 말해 보세요.



학생 A: 더 밝아져요. 왜냐하면 가변 저항값이 커지니까 옴의 법칙에 따라 가변 저항으로 흘러가는 전류는 줄어들고, 줄어든 만큼 전구 쪽으로 더 많은 전류가 흐르기 때문이죠.

학생 B: 더 어두워져요. 왜냐하면 가변 저항값이 커짐에 따라 합성 저항값도 커지고, 따라서 옴의 법칙에 따라 회로에 흐르는 전체 전류의 세기는 작아지기 때문이죠.

예비 교사: 자, 그럼 스위치를 켜고 어떻게 되나 실제로 관찰해 봅시다.

... (중략) ...

(실제로 실험해 보니, 전구의 밝기는 거의 변하지 않는다.)

... (중략) ...

예비 교사: 이제 실험 결과를 여러분의 처음 생각과 비교해서 설명해 볼까요?

학생 A: 실험 결과를 보니 저의 처음 생각이 틀린 것 같아요. 저항이 크면 전류가 작게 흐른다는 저의 생각을 포기하고, 새로운 가설을 찾아봐야겠어요.

학생 B: 실험 결과는 저의 예상에서 벗어났지만, 그렇다고 옴의 법칙에 대한 제 처음 생각을 포기하진 않을 겁니다. 실험 결과를 설명할 수 있는 다른 이유를 옴의 법칙에 근거하여 찾아보겠어요.

< 자료 2 >

지도 교수: 계획했던 대로 수업이 잘 되었나요?

예비 교사: 네. 실험해 본 결과, 이론적으로 예측했던 대로 전구의 밝기가 변하지 않았고, 학생들의 예상과 불일치하는 사례가 되었어요. 그런데 이에 대한 학생들의 상반된 반응을 어떻게 받아들여야 할지 모르겠어요.

지도 교수: 과학철학적 관점을 빌려 와서 불일치 사례에 대한 학생들의 반응을 해석해 볼 수 있죠. 학생 A와 학생 B의 반응은 각각 포퍼(K. Popper)의 반증주의와 라카토스(I. Lakatos)의 연구프로그램 이론 관점 중 어디에 가까운지 선택하고 그 이유를 설명해 보세요.

예비 교사: 자신의 예상과 불일치하는 사례가 나타났을 때, 학생 A는 (㉠) (이)라고 할 수 있고, 학생 B는 (㉡) (이)라고 할 수 있네요.

지도 교수: 네, 잘 설명했습니다. 마지막으로, 전기 회로 실험 수행과 관련하여 한 가지 중요한 점을 지적해야겠네요. 만약 건전지의 내부 저항을 무시할 수 없는 조건이었다면, 이 실험은 자칫 이론적 예측과는 다른 결과를 가져왔을 것입니다. 따라서 다음부터는 ㉢ 건전지 대신 직류 전원 장치로 바꾸어서 실험하는 것이 좋겠습니다.

과학 지식의 형성 과정과 변화

★ 본문_23~38p

01

정답

- 1) 미생물의 자연발생설
- 2) 생명력이 작용하기 위해서는 생명의 기(氣)가 있는 공기가 필요하다.
- 3) 검증이 불가능한 임시변통 가설 때문에 반증이 불가능, 자연발생설이 틀린 지 혹은 밀봉의 여부, 가열의 상태 등의 매개변인 때문인지 검증이 불가능하기때문에 반증 사례가 나와도 이론이 폐기되지 않는다.

해설

이러한 반증주의가 안고 있는 문제는 다음과 같다.

- ① 관찰이 이론에 의존하는 특성 → 귀납주의도 이러한 특성을 가지고 있다.
- ② 반증된 사실이 이론 또는 보조가설인지 아니면 다른 매개변인인지 진위를 확인할 방법이 없다. 반증 사례가 나와도 이를 근거로 이론이 폐기되지 않을 수 있다.
- ③ 과학적 이론이 임시변통적(ad hoc) 가설 때문에 반증되지 않는 문제점

참고 사항

임시변통적(ad hoc) 가설 : 과학적 증거가 없거나 검증이 불가능한 가설

02

정답

- 1) ㉠ 포퍼(K. Popper)의 반증주의 관점,
㉡ 라카토스(I. Lakatos)의 연구프로그램 이론 관점
- 2) 내부 저항이 존재한다면 가변 저항이 커질 경우 전구와 가변 저항의 합성 저항이 증가하게 되므로 전구의 단자 전압이 증가하게 된다. 따라서 밝기가 더 밝아지게 된다.

해설

학생 A는 어떤 과학 이론이든 단 한 번의 결정적인 실험에 의해서 반증된다는 포퍼(K. Popper)의 반증주의 관점에 가깝다. 반면에 학생 B는 보조 가설이 실험에 따라 수정, 보완될 뿐 견고한 핵심 이론인 옴의 법칙이 맞다가 주장하므로 라카토스(I. Lakatos)의 연구프로그램 이론 관점에 해당한다.

내부 저항이 없다면 가변 저항의 크기에 관계없이 모두 전지의 기전력이 걸리게 되므로 밝기의 변화는 없다. 하지만 내부 저항이 존재한다면 다른 결과가 발생한다. 기전력 ε , 내부 저항 r , 전구의 저항 R , 가변 저항 R_x 라 하자. 수식으로 보면 전구와 가변 저항의 합성 저항은 $R' = \frac{RR_x}{R+R_x}$ 이다. 그러면 전체

전류는 $I = \frac{\varepsilon}{r+R'}$ 이고, 전구의 단자 전압은 $V_R = \frac{R'}{r+R'} \varepsilon$

이다. 저항의 직렬 연결 시 단자 전압은 내부 저항 r 과 합성 저항 R' 이 기전력을 서로 분할해서 가지며 저항에 비례하게 걸리게 된다. 그런데 가변 저항이 증가하게 되면 $R' = \frac{RR_x}{R+R_x}$

이 증가하고, 따라서 전구에 걸리는 단자 전압이 증가하게 된다. 그러면 밝기에 비례하는 전구의 소비 전력은 $P = \frac{V_R^2}{R}$ 이므로 더 밝아지게 된다.

저항의 직렬 연결과 병렬 연결 시 단자 전압과 전류의 관계에 대해 사전에 숙지하는 게 필요하다.

03

정답

- 1) ㉠ 귀납적 사고, ㉡ 가설 연역적 사고, 차이점 : 귀납적 사고는 사례나 관찰을 통해 일반적인 결론을 도출하는 추론 방식이며, 가설 연역적 사고는 가설을 설정하여 검증하는 추론 방식이다.
- 2) 입자설이 이중슬릿 실험을 통해 파동성으로 대체되었다. 파동성은 20세기 초까지 반증되지 않았다.

해설

자료 1의 답안

- 활동 1 : 종이 텐트가 아래로 가라앉는다. 종이 텐트 내부의 압력이 낮아지기 때문이다.
- 활동 2 : 물이 분사된다. 빨대의 내부 압력이 낮아져서 물이 위로 올라오게 된다.
- 활동 3 : A4 용지가 위로 올라온다. 위의 압력이 낮아지기 때문이다.
- 활동 4 : 탁구공이 위로 뜨게 된다. 컵의 입구 쪽이 압력이

낮아지기 때문이다.
포퍼의 과학 활동은 기본적으로 검증이 아니라 반증을 바탕으로 이루어지는 활동이라고 주장했다.

04

정답 ②

해설

- ㄱ. 쿤의 과학 혁명 모델에서 기존 이론 체계를 완전히 대체하는 것은 패러다임 전환이 일어나는 과학 혁명 단계이다.
- ㄴ. 포퍼의 반증주의에 의하면 반증 사례가 나오면 일반화된 명제가 폐기되고 새롭게 대체된다. (나)의 경우에는 라카토스 연구 프로그램의 긍정적 발견법에 해당한다.
- ㄷ. 기존의 이론으로 설명할 수 없는 변칙 사례의 등장으로 새로운 이론의 탄생을 설명하는 쿤의 과학 혁명 구조와 일치한다.

05

정답

- 1) 반증주의, 반증 사례가 제시되자 즉시 기각되었다.
- 2) 정상 과학 단계, 수수께끼 풀이 활동으로 패러다임을 정교화하기 때문이다.

해설

포퍼의 반증주의에 의하면 반증 사례가 나오면 일반화된 명제가 폐기되고 새롭게 대체되지만 완벽히 대체되지 않을 가능성도 있다고 한다.

쿤의 과학 혁명의 단계: 전과학 → 정상과학 → 패러다임 위기 → 과학 혁명 → 새로운 정상과학

정상 과학 단계에서는 수수께끼 풀이 활동으로 패러다임을 정교화한다.

06

정답 ③

해설

정상과학은 여러 패러다임 중 과학 문제를 쉽고 효과적으로 해

결하거나 자연현상을 명료하게 설명하는 가설이 패러다임으로 수용된 단계이다. 그리고 이 시기 정상과학 단계에서 수수께끼 풀이가 실행된다. 수수께끼 풀이 활동에는 사실적 조사, 패러다임 지지, 패러다임 정교화, 이론적 문제 해결이 있다.

- ㄱ. 양자역학의 체계가 정립되고 이론적 문제 해결(비정상 제만 효과)과 패러다임 정교화(파울리 배타원리)가 진행되었으므로 수수께끼 풀이에 해당한다.
- ㄴ. 물질파 이론이 정립된 후 전자의 파동성이 실험으로 검증되었으므로 패러다임 지지에 해당한다.
- ㄷ. 에테르를 전제한 빛의 전파에 관한 이론의 문제점을 지적하는 것이기에 수수께끼 풀이 활동보다는 변칙 사례를 제시하는 것에 가깝다. 참고로 에테르를 전제한 고전적인 빛의 전파이론은 특수 상대론의 등장으로 사라지게 된다.

07

정답 ⑤

해설

- ㄱ. 뉴턴의 이론을 옹호하기 위한 몇 가지 시도가 있었고 반증되었으나 한동안 미해결된 문제로 남아있었으므로 옳은 설명이다.
- ㄴ. 뉴턴의 중력이론이 패러다임으로 형성되었고, 이에 변칙 사례(수성 궤도의 근일점 이동)가 나타났을 때 이를 패러다임을 지지하기 위한 시도로 '벌칸(Vulcan)'을 가정하였으므로 정상과학 내 수수께끼 풀이 활동의 하나로 볼 수 있으므로 맞는 답이다. 수수께끼 풀이 활동에는 사실적 조사, 패러다임 지지, 패러다임 정교화, 이론적 문제 해결이 있다.
- ㄷ. 라카토스의 이론에서 전진적(Progressive) 연구 활동과 퇴행적(Regressive) 연구 활동이 존재한다. 아인슈타인 이론은 기존의 이론으로 설명이 어려운 현상을 설명하고, 또한 다른 부가적인 것들을 예측 할 수 있었으므로 전진적(Progressive) 연구 활동에 해당한다.

08

정답

- 1) A: 독립변인을 제시하지 않음, B: 검증 불가능한 독립변인(어떤 힘)을 제시, C는 각운동량의 보존이라는 독립변인으로부터 자전거가 쓰러지지 않음을 종속변인으로 설명하였으므로 가설이 타당하다.

정승현 물리교육론 기본서



2024 고객선호브랜드지수 1위
교육서비스 부문



2023 고객선호브랜드지수 1위
교육서비스 부문



2022 한국 브랜드 만족지수 1위
교육(교육서비스)부문 1위



2021 대한민국 소비자 선호도 1위
교육부문 1위 선정



2020 한국 산업의 1등
브랜드 대상 수상



2019 한국 우수브랜드평가대상
교육브랜드 부문 수상



2018 대한민국 교육산업 대상
교육서비스 부문 수상



브랜드스타 BSTI
브랜드 가치평가 1위

정가 25,000원



9 791172 623999

ISBN 979-11-7262-399-9

ISBN 979-11-7262-398-2(SET)

박문각 www.pmg.co.kr

교재관련 문의 02-6466-7202

학원관련 문의 02-816-2030

온라인강의 문의 02-6466-7201