새 물리교육과정의 주요 쟁점

DOI: 10.3938/PhiT.21.007

오 원 근

Issues in the New Physics High-school Curriculum

Won Kun OH

The new physics high-school curriculum announced in 2009 contains several innovations in high-school science education. It introduces modern physical concepts actively and provides new approaches to presenting logical structures for basic physics concepts. These innovations were achieved mainly through the continuing efforts of the Korean Physical Society. However, many high-school physics teachers are not so positive to these innovations because many of the features are foreign to them. In this paper, those issues will be briefly explained, and efforts to solve practical problems will be suggested.

2012년은 2009 개정교육과정에 의하여 새로 도입되거나 내용이 대폭 개정된 ‘융합과학’, ‘물리 1’과 같은 과목이 일선 고등학교에서 전면적으로 시행되는 원년이라고 할 수 있다. 본지 2010년 1/2호와 2011년 5호에서 필자가 자세히 소개한 바와 같이, 2009 교육과정의 과학은 한국물리학회 중심의 한 과학계의 많은 노력이 반영되어 이루어진 소중한 결과물이기도 하다.

학회의 입장에서 보면, 작년부터 전면적으로 시행된 ‘물리 인증제’가 일선 중고등학교 학생들의 큰 호응을 얻으면서 안정적으로 정착하고 있고, 심지어 고등학생 중에서 이미 물리학의 학사급에 해당하는 ‘마스터’ 인증을 받은 경우도 나타나

저자약력

오원근 교수는 서울대학교 대학원 교육학박사(1998)로서 물리교육을 전공하였다. 충북대학교 사범대학 물리교육과 교수로 재직 중으로 동 대학교 과학교육연구소장을 역임하였고, 현재는 사범대 부학장을 맡고 있으며, 한국물리학회 물리교육 실무이사과 물리교육위원회 간사를 맡고 있다.

(wkoh@cbnu.ac.kr)

세간의 화제를 불러 일으키는 등 그간 물리교육의 활성화를 위하여 수행하였던 많은 노력들이 의미있는 결과를 만들어내고 있는 중요한 시점이기도 하다.

이전 기고에서도 설명한 바와 같이, 2009 교육과정에 따르면 일반계 고등학교에서 모든 학생들이 인문계열과 자연계열을 막론하고 최소한 15단위 이상의 과학 과목을 반드시 이수해야만 한다. 이 때문에 모든 학생들의 과학적 소양을 위하여 개발된 ‘융합과학’은 2011년에 고등학교에 입학한 학생들을 대상으로 처음 수업이 이루어졌다. 그리고 소수의 고등학교들은 새로 개정된 물리 1을 도입하여 수업을 진행하였지만, 나머지 대부분의 고등학교에서는 금년에 2학년 학생들을 대상으로 물리 1 과목의 수업을 진행하게 된다. 이에 따라서 지난해에 일선 학교 현장에서 많은 논란을 불러 일으킨 ‘융합과학’에 이어서 올해는 물리 1이 새로운 쟁점 과목이 될 것으로 예상된다.

이러한 논란의 주된 원인은 새로운 과목들이 이전의 고교 과학에서는 잘 다루지 않거나 또는 고학년의 뒷 부분에 제시되어 대개 배우지 않고 지나가던 내용들을 중심 주제로 학생들에게 학습하도록 요구하기 때문이다. 특히 ‘융합과학’의 경우는 이전의 공통과학 과목과 달리, 모든 단원의 내용을 물리나 화학, 생물학, 지구과학 등 특정 분야에 맡기지 않고 중심 개념에 따라서 잘 통합된 형태로 구성한 것이 현장 교사들의 큰 반발을 불러 일으켰다. 개별 과학교사들은 오랜 동안 자신의 주 전공분야에 대해서만 학생들에게 수업을 진행하면 되기 때문에 교과 내용의 난이도에 별다른 문제를 느끼지 않았다. 그러나 ‘융합과학’의 경우는 그 내용의 난이도와 상관없이 일단 전체 내용의 4분의 3 이상이 자신이 전공하지 않은 분야라는 점에 대해서 근본적인 불안을 느낀다는 것이고, 그 내용이 융합적이어서 각 내용에 대한 충분한 이해가 없다면 부분적인 수업도 불가능하다는 어려움이 현장 교사들이 느끼는 불만의 근원이었다.

학생이나 학부모들의 입장에서 새 융합과학은 이전의 과학과 비교하여 판이하게 달라졌다는 것 때문에 호의적인 태

도를 가지기 어려웠다. 특히 이전의 교과서들을 가지고 중학교에서 선행학습을 했거나 또는 그런 계획을 가지고 있던 학생들은 새 교과서의 내용에 대해 당황해하는 의견을 자주 나타냈다. 그러나 2011년 한 해를 지나면서 새로운 과목에 대한 전체적 수업이 이루어졌고, 교사들의 교수 경험도 만들어지면서 여러 불만들은 다소 누그러지고 있다. 최근에 이루어진 조사에 따르면 학년 초에 교사들이 느끼던 융합과학에 대한 낯설음이나 이해부족, 두려움 등의 요소들은 한 학기를 지나면서 의미있게 줄어든 것으로 나타났다. 그러나 융합된 형태의 교과 내용을 어떻게 준비하여 수업 자료를 작성할 것인가는 많은 교사들의 고민으로 남아있고, 특히 어느 수준에서 학생들의 성취도를 평가할 것인지도 아직 충분한 합의가 도출되지 않은 상태이다.

새로 도입되는 물리 1 과목은 ‘융합과학’에 비하면 이제 모든 문제들이 노출되기 시작하는 출발점에 서 있다고 할 수 있다. 물리 1 과목은 일반계 고등학생들이 배우는 8개의 과학 1, 2 과목들 중에서 가장 ‘융합과학’과 유사한 교육목표와 내용 구조를 가지고 있다.

융합과학: 우주의 기원과 진화, 태양계와 우주, 생명의 진화, 정보통신과 신소재, 인류의 건강과 과학기술, 에너지와 환경
물리 1: 시공간과 우주, 물질과 전자기장, 정보와 통신, 에너지

‘융합과학’이 1부에서 우주와 생명의 기원과 진화의 문제를 다루고 2부에서 현대과학과 문명의 관계, 특히 21세기 정보통신사회를 이루는데 현대과학이 기여한 문제와 에너지 환경 문제를 통합적으로 다루었다면, 물리 1은 이러한 내용들 중에서 생명과학 관련 내용을 제외한 ‘융합과학’의 주요 주제들을 거의 대부분 물리학적 관점에서 심화시켜 취급하고 있다. 따라서 물리 교사들에게 국한된 문제로 좁혀지기는 하겠지만, ‘융합과학’에서 제기된 현장의 불만과 유사한 문제들이 물리 1 과목에서도 제기될 가능성이 높다.

특히 물리 1의 첫 단원에서 등장하는 상대성 이론과 우주모형, 두 번째 단원에서 도입되는 양자역학적 물질 이론 등 현대물리학의 주요 개념들이 현장 교사들의 불만으로 이미 공청회 등을 통해서 제기된 바 있다. 지난 세기 동안 우리나라의 물리 교육에서는 항상 19세기의 고전 역학과 고전 전자기학 중심의 내용들만 다루어지는 것이 관행처럼 굳어져 있었기 때문에, 물리교사들은 현대물리학의 개념들을 학생들에게 교육하는 데 익숙하지 않다. 또한 현대물리학 개념을 제대로

가르치려면 개념의 난해함과 더불어 수학적 어려움도 같이 고려할 수밖에 없으므로, 고등학교 학생들에게 어떻게 이런 내용들을 제대로 가르칠 수 있느냐 하는 것은 꼭 우리나라만의 문제는 아니라고 할 수 있다.

그러나 본 호에서 다른 저자들이 다루는 바와 같이, 현대물리학의 내용들을 언제까지나 피해야만 하는가 라는 문제제기에 대해서는 동의할 수밖에 없게 되는 이유가 충분하다. 이미 상대성 이론과 양자역학은 한 세기 전의 오래된 이론일 뿐 아니라, 현대의 모든 물리학 이론, 그리고 그 바탕 위에 만들어진 모든 과학기술의 산물들이 이 이론들에 기반하고 있다는 점을 고려하면, 학생들이 현대물리학의 기본 개념들을 어느 정도 알 필요가 있다는 주장은 의미가 있는 것이다.

새 교육과정의 물리 1은 단지 현대물리학의 기본 개념들을 초반부에 도입한다는 순서상의 의미가 아니라, 고등학생들이 학습해야 할 물리 개념들의 내용 체계를 재구성했다는 점에 더 큰 의미를 둘 수 있다. 기존의 물리 교육과정이 대개 대학의 일반물리학 과정을 따라서 역학부터 열역학, 전자기학, 광학, 양자역학의 순서로 구성되는데, 학생들이 기초 물리개념부터 논리적 순서를 따라 학습하면서 심화해가는 구성에서 보면 이는 이미 오랫동안 안정적으로 정착된 구조라고 할 수 있다.

그러나 7차 교육과정의 경우, 물리 1과 물리 2 과목이 나선형 학습 구조가 아니라 마치 공액관계처럼 물리 개념들을 분할시켜 제시하고 있기 때문에, 학생들은 두 과목을 모두 배우기 전에는 불완전한 물리학습이 이루어질 수밖에 없도록 되어 있다. 이러한 기형적 구조가 물리 과목을 선택하면서 물리 2 과목이 거의 선택되지 않는다는 현실에서 나온 공여지책이라는 것을 이해할 수는 있다. 그러나 현실이 그렇다면 기존의 물리 1 내용체계는 논리적 구성도 완성되지 못하고 내용도 진부하다는 면에서 많은 문제점을 가지고 있다는 것이 더욱 확실해진다.

새 교육과정의 물리 1에서는 첫 단원의 ‘시공간과 우주’에서 고전역학과 상대성 이론 및 현대 우주론을 결합시켜 다룸으로써, 학생들이 물리학을 통하여 우리가 살고 있는 세계의 구조를 이해하도록 돕는 것을 목표로 하고 있다. 또한 기존의 물리 과목이 지나치게 고전역학의 초보 동역학적 계산 문제 풀이에 집착하여 학생들의 흥미와 관심을 떨어뜨리고 물리를 기피하게 만든 것을 극복하고, 물리학의 근본 개념 체계와 자연을 이해하는 탐구 방법을 알도록 하기 위하여 고전역학의 계산을 위한 과정을 대폭 줄이고, ‘시공간’이라는 근본 개념을 통하여 우주를 이해할 수 있도록 구성하였다.

다른 단원들도 초보적인 암페어 법칙과 패러데이 법칙만 다루는 전자기 단원이 아니라, 전기 현상을 통하여 물질의 근

본 구조를 이해하고 현대 신소재 과학에 대한 물리학의 기여를 알 수 있도록 ‘물질과 전자기장’으로 양자역학과 전자기학을 통합하거나, 전자기학의 응용과 광학의 응용을 ‘정보와 통신’ 주제를 통하여 다루도록 내용체계를 재구성하였다. ‘에너지’ 단원도 종래의 역학 단원 내의 일부 개념이 아닌 독립된 단원으로 분리하여, 열역학 법칙을 기본으로 한 에너지 보존 법칙의 의미를 이해하게 하고, 이를 통하여 에너지 자원의 문제, 환경의 문제 등 여러 현대적인 문제들을 통합적으로 이해할 수 있게 하고 있다.

이런 관점에서 보면, 새 교육과정의 물리 1은 고등학생들이 불필요한 계산이나 지루하고 일상생활과 동떨어진 추상적 내용의 반복은 피하면서, 현대적이고 근본적인 개념들을 일상생활이나 자연 현상과 연관시켜 쉽게 대면할 수 있게 하고, 이를 통해서 물리학의 가치를 이해할 수 있도록 의도한 것으로 이해할 수 있다.

그러나 현장의 교사들 관점에서 보면, 이런 시도들이 교사들의 수업 준비 능력과 맞지 않아서 수업 준비의 어려움을 유발할 수도 있고, 자칫 수업을 진행하다 보면 지나치게 깊은 내용까지 불가피하게 다루게 되어 오히려 너무 어려운 과목이 될 수도 있다는 불안의 요인이 될 수도 있다. 특히 학생들이 해당 개념들과 관련하여 질문을 하다보면 결국 그런 깊은 내용들을 다루어야만 할 수도 있고, 학생들의 성취도를 평가하기 위하여 평가 문항을 만들게 되면 깊은 내용 접근을 피하기 위하여 아주 표피적이고 단발적인 문제만을 출제하게 되거나 아니면 과도하게 어려운 문제를 내게 될 수도 있다는 불만도 제기되고 있다.

심지어 새로운 물리교육과정의 접근 방법에 대하여 물리학의 깊은 논리적 추론과 정량적 사고 기능을 전혀 가르치지 못하고, 기술 교과 등에서나 다룰 법한 과학적 산물 중심의 단편적 지식 주입에 불과한 과목으로 전락할 수도 있다는 비판도 다른 관점에서 제기되기도 한다.

평가에 대한 불만도 중요한 현장의 문제 제기 중 하나이다. 실제로 많은 고등학생들과 학부모들의 불만이나 불안은 대학 수능능력 시험보다도 1학년이나 2학년에서 접하게 되는 모의고사 등의 전국단위 평가에서 비롯된다. 새 교육과정의 목표나 철학이 현장의 교사나 교육청의 과학 관련 교과 전문가들에게 잘 이해되지 않은 상태에서 예전의 형태를 답습한 문항들이 출제되고, 시중의 참고서나 사교육이 이를 더 재촉하면

위험한 악순환 고리가 형성될 가능성이 있다. 현재 일선 교사들은 새 교육과정에 도입된 개념들이 너무 어려운 것이라고 하는데, 이러한 평가 문항들을 통하여 지나치게 어렵거나 교육과정의 목표, 기대 성취 수준과 다른 내용들이 출제된다면 학생들은 그에 맞추어 공부할 수밖에 없게 된다. 이는 다시 교사들의 부담으로 돌아가, 교사들이 그러한 수준의 수업을 할 수밖에 없고, 그러면 다시 사교육은 이를 떠받치고, 학생들은 또 그 사교육을 따라 선행 학습을 하는 악순환이 이루어지게 되는 것이다. 따라서 이러한 문제가 고착화되기 전에 일선의 물리 교사들이 새 교육과정을 이해하고, 물리학이 더 이상 지겹고 따분한 계산의 연속이 아니라 깊이 있는 개념적 사고를 통하여 자연을 이해하는 멋진 인간의 지적 활동이라는 것을 알도록 돕는 노력이 필요하다.

올해가 새 교육과정의 도입 첫 해이므로 이러한 여러 쟁점들에 대하여 쉽게 모범답안이나 좋은 합의가 형성될 수는 없을 것이다. 여러 어려움에도 불구하고 적극적인 태도로 학교현장이 새로운 물리교육과정의 정착을 위하여 노력을 해 간다면 시간이 지나면서 좋은 물리교육을 위한 노후도 축적될 것이고, 해결해야 할 문제점들도 더 분명하게 노출될 것으로 생각한다.

우리 한국물리학회도 새 물리교육과정이 국가적으로 공포되어 시행되도록 하는데 많은 노력을 하였고 그 결과도 만들어내었으므로, 이 결과물이 현장에 훌륭하게 정착되기 위한 향후의 다양한 노력을 지속적으로 수행하는 것도 중요한 과제라고 생각한다. 이제 자리를 잡아가는 ‘물리 인증제’는 이러한 관점에서도 매우 의미있는 학회의 물리교육 기반이 될 수 있다. 물리 인증제를 통하여 새 교육과정의 목표에 충실한 적절하고도 바람직한 문항들이 출제된다면, 이는 현장 교육에 필요한 하나의 지표를 제시하는 역할이 될 수도 있다. 한국물리학회도 판단하는 적절한 물리교육의 성취 수준을 제공함으로써, 현장 교사들은 과도한 내용 제시의 욕구나 학생 또는 학부모의 요구를 제어할 기준을 만들 수 있기 때문이다. 그 밖에도 현장교사들과 학회 회원들의 지속적인 의사소통을 통하여 최신의 물리학적 성과들이 유익하면서도 흥미있게 어린 학생들에게 전달될 수 있는 다변적인 노력이 수행된다면, 학회의 오랜 노력의 성과로 나타난 새 물리교육과정이 안정적으로 향후 한국 물리교육을 이끌어가기 위한 디딤돌이 될 것이다.