

효과적인 평가방법의 적극적·계속적 연구개발

— 物理科평가의 문제점과 개선방안



김 영 민
(韓國 敎育개발원·연구원)

◇ 물리敎育평가란 敎育과정과 敎育과정 운영 및 학업성취도 평가

물리 敎育의 평가라고 하면 크게 두 가지를 생각할 수 있다.

첫째, 포괄적인 의미를 갖는 물리敎과와 敎育과정과 敎育과정운영에 관한 평가이다. 즉 현행 敎育 과정에 제시되어 있는 물리敎育의 목표수준은 적절한가? 이 목표를 달성하기 위해 제시되어 있는 敎育내용은 그 내용을 학습하는 학생들의 지적 발달수준에 맞는가? 또 시대적인 상황을 고려하였는가? 흥미를 고려하였는가? 그리고 이러한 물리학습내용을 학생들에게 제공하는 방법은 능률적인가? 등등에 관한 평가를 말한다.

둘째, 학교敎育에서 보통 이야기하는 학생들이 물리내용을 학습하고 난 다음 그 성취도를 평가하는 학업성취도 평가이다. 다시말하면 어떤 물리敎과와 내용을 학습한 다음의 이 학생의 지식이해도는 어느정도인가? 관련된 탐구과정 영역의 목표는 어느정도 달성되었는가? 이 학생의 물리학에 대한 태도나 과학적 태도는 어떠한가 등을 평가하는 것을 말한다. 엄밀하게 말하면 학업성취도 평가는 물리敎과와 敎育과정 평가속에 포함시켜 생각할 수 있으나 실제 학교 敎育에 있어서는 학업성취도의 평가만으로도 큰 의미를 가지므로 본고에서는 분리하여 생각해 보고자 한다. 이러한 두가지측면에 비추어볼 때 우리나라 물리敎育 평가실태는 어떠한가 이 경우의 문제점은 무엇이고 그 개선방안은 무엇인가를 생각해 보고자 한다.

◇ 물리敎育 평가실태와 문제점

◎ 물리과 敎育과정 평가

우리나라의 경우 물리敎과와 敎育과정과 敎과서는 다른 敎과와 마찬가지로 8~10년에 한번씩 개편되었다. 개편될 때마다 그때까지의 물리 敎育에 대한 종합적인 진단이 있었겠지만 공식적으로 연구 보고된 문헌이 거의 없으므로 어떠한 방식에 의해 어떠한 결과들을 얻었는지는 알

수가 없다. 그러므로 현재 우리나라의 경우는 물리교육내용의 수준과 학생들의 물리학습성취도에 대한 포괄적인 자료가 마련되어 있지 않으며, 물리교과에 대해 시간에 따른 성취도 변화 추이도 점검해 볼 수 없는 것이 문제라고 볼 수 있다.

◎ 학업 성취도 평가

물리학습에서 실험이 뒷받침되어야 한다는 것은 이론의 여지가 없으며 과학적 사고력, 창의력배양도 빼놓을 수 없는 과제임을 볼 때 평가방법도 다양해야 할 필요가 있다.

한 보고서에서 밝힌 물리교육평가의 문제점을 그대로 기록해 보면 다음과 같다.

국립대학교에 입학한 과학교육계 학생 26명을 대상으로 실험실기능력을 조사한 결과 물리분야의 경우 「주어진과제를 전에 스스로 실험하여 본 경험이 있다」는 학생은 없었고, 「제시된 역학실험문제를 교사가 시범하는 것을 본적이 있다」는 학생이 26명 중 5명뿐이었다는 것이다. 또 「제시된 두가지 실험을 사실상 거의 모든 학생이 감당하지 못했기 때문에 실험학습평가의 의의가 없었다」고 했으며, 「고등학교 교육 과정과 교과서에 준하여 주관적으로 출제한 물리 문제의 평균이 100점 만점에 34점이었다」고 밝혔다. 물론 이들 26명을 대상으로 한 평가를 우리나라 전체 고등 학생에 대한 결과로 보기는 어렵지만 이는 우리나라 고등학교에서의 평가상의 문제점을 어느정도 시사하고 있다고 볼 수 있다. 이 보고서는 또 「과학적 사고력이나 창의성이 그렇게도 중요하다고 주장한 것에 반해 그것을 위해 무엇을 어떻게 가르쳤든가 평가했다는 연구 보고를 찾기 어렵다」는 것이다.

◇ 개선방안

이상 두가지 측면에서의 평가의 문제점을 고찰해 볼 때 다음과 같은 개선점을 제시할 수 있다.

첫째, 국가적으로 전국적인 학교 물리 교육의

기본 데이터를 계속 수집하여 저장하고 활용하며, 문제점을 파악하여 합리적 해결안을 제시할 수 있는 평가 체계를 확립할 필요가 있다.

미국의 경우는 NAEP(National Assessment of Educational Progress)와 SARP(Science Assessment Research Project)를 통하여 1969-70, 1972-73, 1976-77 (이상 NAEP), 1981-82(SARP)년에 걸쳐 전국적인 과학 교육 평가를 실시한 바 있다. 이들은 이러한 전국적인 평가를 통하여 (1)미국 과학교육의 현재상태는 어떠한가, 성별, 인종, 지역에 따른 차이는 어떠한가? (2)1976-77년의 과학교육 평가결과에 비해서 1981-82년에는 어떻게 변화했는가? 등을 조사하였다.

영국의 경우도 APU(Assessment of Performance Unit)를 통하여 1981년과 1982년에 걸쳐 전국적인 과학 학력평가를 한 바 있다.

둘째, 실제 현장학교에서 활용할 수 있는 물리교육 평가방법에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 과학교육에서 탐구능력배양이라는 문제를 놓고 수업방법개선에 관한 연구가 활발히 진행되는데 비해 이러한 탐구능력을 고등학교 물리교육에서 어떻게 평가할 것인가에 대한 방법을 연구한 것은 찾아보기 어렵다.

과학 행동이 지식이해, 탐구 과정, 태도·흥미 등으로 구분되어 제시되고 있는바 평가에 있어서도 이러한 과학행동을 망라하여 평가할 필요가 있다. 과학의 탐구과정을 통해서 학생들은 지식을 습득할 수 있을 뿐만 아니라, 과학적 사고 및 과학적 태도도 길러질 수 있다고 생각하기 때문에 과학적 탐구과정을 습득케 하는데 더욱 강조점을 두고 있으며 평가에 있어서도 탐구능력의 평가를 강조하지 않을 수 없게 되었다.

현재 물리학습평가가 되고있는 주된 영역은 물리 지식 이해이다. 과학적 사고력을 측정할 수 있는 탐구과정 영역의 평가는 거의 이루어지고 있지 않다고 볼 수 있다. 더우기 물리학에 대한 학생들의 인식이라든지, 가치부여 정도, 개인적 신념 등과 같은 물리학에 대한 학생들의 태도에 대해 물리교사들이 어느정도 신뢰성 있는 자료

를 가지고 있는지 궁금하다. 그리고 그러한 태도가 어떻게 변해가는지에 대한 데이터도 가지고 있지 못하다고 생각한다. 고등학교 물리학습 성취도를 위의 세 영역으로 구분하여 평가하는 방안에 대한 연구가 거의 없어 단편적이긴 하지만 영국의 대학입시의 경우, 어떤 방식으로 어떤 문항들로 평가를 하고 있는지 최근의 몇 가지 문항들을 예시하고 글을 마치려 한다. 영국의 학제는 우리나라와 달라서 대단히 복잡하다. 그 구체적인 내용을 이 짧은 글에서는 밝힐 수가 없으므로 케임브리지 대학의 지역평가위원회에서 출제한 1984년(여름) 문항들을 한 예로 소개하고자 한다.

시험문항은 2 시간동안 치르는 Paper1과 2 시간 30분동안 치르는 Paper2로 되어있다. 90점 만점인 Paper1은 또 두 부분으로 구분되는데, 60점 만점인 Part I은 12개의 단답형문항으로 구성되어 있으며, 30점 만점인 Part II는 물리실험활동에서의 실제적인 기술을 테스트하는 문항들로 구성되어 있다.

또 100점 만점인 Paper 2도 역시 두 부분으로 구분되는데 50점 만점인 Part I은 5지 선다형식의 40개의 객관식 문항으로 구성되어 있으며, 50점 만점인 Part II는 응시자들이 6개중 3문항을 선택하여 답하도록 되어 있는데, Paper 1의 Part II보다 더 심화된 논술식 문항들로 되어 있다. 그 구체적인 예문을 몇가지 제시하면 다음과 같다.

◎ Paper 1 중의 Part I 예문

● 중수소는 ^2H 로 나타내어진다. 이것의 핵은 어떤 핵자들로 구성되어 있는가? 이 중수소 핵의 결합에너지를 아래의 데이터를 이용하여 계산하라.

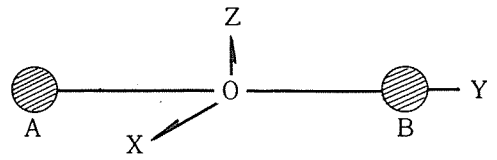
원자질량 : 중수소, $2.01410m_u$,
수 소, $1.00783m_u$;

중성자의 정지질량, m_n : $1.00867m_u$.

◎ Paper 1 중의 Part II 예문

● 일정한 압력에서 측정된 기체 1몰의 열용

량이 일정한 부피에서 측정된 열용량보다 왜 큰지를 설명하라.



그림은 이상적인 이원자 기체분자의 간단한 모형을 보여준 것인데, A와 B는 이상적인 원자들을 나타낸 것이다.

(a) 이 분자의 자유도를 밝히라.

(b) 실험에 의하면 표준온도에서 5개의 자유도만이 포함된다. 다른 자유도들은 왜 포함되지 않는다고 보는가?

(c) 어떤 온도 T에서의 에너지 $\frac{1}{2}kT$ 는 관여된(Active) 자유도의 각각과 관련지어 지는데, 이 기체분자 1몰의 내부에너지는 얼마인가?

(d) 이에 따라 이 이상적인 이원자 기체의 비열비인 r 가 0.75임을 보여라.

◎ Paper2 中の Part I 예문

● 한 물체가 기준점 O로부터 거리 X만큼 떨어진 P점에 있을 때 위치에너지는 $V=kX^2$ 으로 주어진다. 이것이 P점에 있을 때 이 물체에 작용하는 힘은 얼마인가?

- A OP 방향으로 $2kX$
- B OP 방향으로 kX
- C O
- D PO 방향으로 kX
- E PO 방향으로 $2kX$

이상은 각 영역에 포함되어 있는 문제들 중에서 몇 개의 문항을 발췌하여 기록한 것이다. 우리나라 대학입학시험의 물리문항과 비슷한 것은 Paper 2의 Part I 뿐이다. 물론 영국의 대학입시에서 제시되는 문제들이 최상의 것이라고 볼 수는 없겠지만 단순한 단답식의 지식을 측정하기보다는 학생들이 가지고 있는 능력을 문제를 풀어나가는 과정에서 종합적으로 알아볼 수 있도록 평가를 한다는 점에서 시사를 받을만한 점이 많이 있다고 본다.