

物理學科의 문제점과 개선 방안

金 昌 埴
(國民大 物理教育科)

1. 序 論

物理學을 우리나라 大學에서 가르치기 시작한 것은 1946년 국립 서울大 文理科大學 理學部가 설치되면서부터였다. 그 후 44년이 지난 1990년 4월 현재, 모두 108개교의 國·私立大學 중 68개 대학에 物理學科가 설치되어 있으며 學部 學生數는 약 13,000명(入學定員 3,250명), 專任教授는 464명에 이르게 되었다.

이와 같이 量적으로는 急成長하였으나, 質的 水準에 대해서는 여러 학자들이 「大學教育」지와 학회지 등을 통하여 問題點을 지적하고 改善의 여지가 많음을 지적하고 있다. 즉, 이들은 基礎科學 教育의 중요성을 역설하고 專任教授의 확보, 教科課程의 개선, 研究施設의 확충, 實驗實習費 및 研究費의 증액, 助教制度의 개선, 評價制度의 개혁 등 포괄적인 問題點들을 지적하고 있다.

그러나 本稿에서는 앞에서 열거한 여러 항목 중 주로 教科課程의 編成과 運營에 대해서 언급하고자 하는데, 앞으로 여러 학자들이 다른 問題點에 대해서도 세부적이고 구체적인 방안을 제시하리라 생각한다. 예를 들면, 物理學科의 여러 문제들 가운데 教科課程上의 問題點들은 그 支援體制가 해결되면 자연적으로 해결된다고 보는 觀點이 있다. 물론 이것이 妥當性 있는 주

장이라 보지만, 현실적으로 그와 같은 問題點들이 해결되려면 매우 오랜 시간이 필요하므로 보다 시급히 해결해야 할 부분은 教科課程의 改善이라고 생각한다.

物理學이란 自然을 포괄적으로 이해하려는 시도로부터 발전되어 온 自然科學의 根本이다. 物理學은 自然現象을 설명하는 言語로서의 數學과 실험으로 증명하는 自然科學의 방법을 이용하여 自然法則에 대한 理論을 엄밀히 확립하려는 데 그 목표가 있으며, 기본 입자로부터 은하계까지, 매우 느린 속도로부터 빛의 속력까지, 질대 영도로부터 수 백만 온도에 이르기까지 폭 넓은 自然現象을 대상으로 하고 있다. 따라서 물리학은 自然現象에 대한 주의깊은 解析의 思考와 정확한 數學的·修辭學的 表現 및 고도의 技術을 요구한다.

오늘날 우리가 해결하지 못하거나 알지 못하는 自然現象에 대한 이론을 미래의 物理學徒들이 능히 해결할 수 있도록 그들에게 끊임없는 探究心を 심어주고, 현재의 이론을 教授·學習시켜야 하는 것이 物理學科의 목표이다. 그럼에도 불구하고 오늘날 우리나라의 物理學科 教育課程은 반 세기 동안 큰 발전 없이 과거를 답습해오고 있어 2000년대를 내다보는 尖端技術 産業社會에 적응할 物理學徒들의 探究的이고 創意的인 思考를 함양하는 데는 미흡한 점이 매우

많다. 따라서 筆者는 우리나라 대학의 物理學科 敎育課程에서 나타나는 문제점을 지적하고, 특 일을 중심으로 외국 대학의 사례를 살펴 본 후 代案的인 敎育課程과 그 運營模型을 제시하고자 한다.

2. 敎育課程의 現況과 問題點

국내 대학의 物理學科 敎育課程을 살펴 보면 대체로 共通敎養(국어, 영어, 철학 등), 基礎系列(일반물리학, 일반화학, 일반수학, 전산학 등), 專攻 등으로 나뉘어 4년 동안 140 학점을 이수하게 되어 있다. 140 학점 중 대체로 42 학점 내외로 共通敎養 학점이 배정되어 있고 專攻 科目에는 80 학점 정도가 배정되어 있다. 전공 과목 중에서 必須에 20여 종류, 選擇에는 120여 종류의 강좌가 개설되어 있어 전국 물리학과에서 개설하고 있는 강좌는 140여 종류에 이른다. 이는 전국 20개 대학만을 조사한 것이므로 전체 68개 대학을 조사하면 더 많은 전공 과목들이 개설되어 있으리라 본다.

專攻 必須 과목으로는 物理學의 基本科目이라고 할 수 있는 力學, 電磁氣學, 量子力學, 熱 및 統計物理, 現代物理, 數理物理, 物理實驗 등이 개설되어 있고, 專攻 選擇 과목으로는 앞에서 언급한 바와 같이 열거할 수 없을 정도로 매우 많은 강좌가 개설되어 있다. 물론 專攻 選擇 강좌가 매년 모두 設講되는 것은 아니며, 격년으로 개설되거나 아니면 아직 한번도 개설해 보지 않은 과목들도 있는 것으로 추측된다.

이렇게 많은 專攻 選擇 강좌가 개설되어 있다는 것은 대학마다 교수들의 細部 專攻 分野가 다양하여 그 大學 고유의 특색 있는 敎科課程을 運營하고 있다고도 생각할 수 있는 반면, 교수들 간에 自己 分野의 科目이라는 인식이 강하게 작용하여 교수 중심으로 專攻 選擇 강좌를 개설하고 있다는 비난도 많다. 어쨌든 그 敎科目이 學部生에게 적합한지를 면밀히 研究·檢討하여 專攻 選擇으로 택하는 지혜가 필요할 것이다.

뿐만 아니라 專攻 選擇 과목에서 다루어지는 敎材들을 살펴 보면, 學部 수준이라기보다는 大學院 수준의 것들을 많이 사용하고 있으며, 개

설 강좌가 學部와 碩·博士課程이 유사하면 같은 교재를 택하는 경우도 많다.

3. 獨逸 物理學科의 敎科課程

미국이나 독일과 같은 先進國에서는 기본 과목만을 深度있게 가르치고 세미나 또는 특강 등을 최소한 1학기 이상 개설하고 있어서 우리나라와 대조를 이루고 있다. 더구나 물리학에서 實驗은 매우 큰 比重을 차지하는 것이지만, 대부분의 대학이 학점으로는 1학점, 실험 시간은 2~3시간밖에 배정하고 있지 않아 實驗 敎育에서도 개선의 여지가 많다.

獨逸의 대학은 우리나라의 4년제 대학과는 달리 Diplom 과정이라 불리우는 우리 대학의 碩士 과정에 해당하는 과정이 있는데, 이 과정은 모두 10학기로 최소한 5년이 소요되며 高學年(대학 4~5학년)에서의 강의들은 우리나라 大學院의 碩士課程 수준과 비슷하다.

10학기 중 처음 4학기는 Grundstudium(基礎課程)이라 불리우고, 다음 6학기는 Hauptstudium(上級課程)이라 부르며, 마지막 두 학기(9~10학기)는 卒業論文을 위한 과정으로 한 과목 정도만을 수강하게 되어 있다. 卒業은 정해진 학점을 이수하고 Grundstudium과 Hauptstudium에 대한 2회의 綜合試驗에 합격하고 特殊分野에 대한 卒業論文을 제출함으로써 가능하다. 敎科課程으로는 우리나라의 敎養課程에 해당하는 것은 없고 專攻 및 전공에 필요한 選擇課程만이 요구된다. 物理學科의 敎科目들을 살펴 보면 아래와 같다.

① 專攻 必修 과목(Grundstudium : 80 시간, Hauptstudium : 90 시간)

- 基礎物理 I (力學) (6(4)시간 ; 1 학기)
- 基礎物理 II (電氣力學) (6(4)시간 ; 2 학기)
- 基礎物理 III (波動, 光學, 熱) (6(4)시간 ; 3 학기)
- 基礎物理 IV (量子) (6(4)시간 ; 4 학기)
- 基礎物理 V (原子, 分子) (3(2)시간 ; 5 학기)
- 基礎物理 VI (核, 粒子) (5(4)시간 ; 6 학기)
- 基礎物理 VII (固體) (6(4)시간 ; 7 학기)
- 理論物理 I (力學) (6(4)시간 ; 3 학기)

理論物理Ⅱ(電磁氣) (6(4)시간 ; 4 학기)
 理論物理Ⅲ(量子Ⅰ) (6(4)시간 ; 5 학기)
 理論物理Ⅳ(統計力學) (6(4)시간 ; 7 학기)
 數學Ⅰ (10(6)시간 ; 1 학기)
 數學Ⅱ (10(6)시간 ; 2 학기)
 數學Ⅲ (6(4)시간 ; 3 학기)
 數學Ⅳ (6(4)시간 ; 4 학기)
 基礎實驗Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ (각 4 시간씩 ; 2, 3, 4 학기)
 實驗Ⅰ, Ⅱ (각 8 시간씩 ; 6, 7 학기)
 實驗 (10 시간 ; 8 학기)

② 專攻選擇 과목(Grundstudium : 6~8 시간, Hauptstudium : 18~22 시간)

- 기초적 수준의 化學, 數學, 工學, 醫學 과목들 중 選擇하여 1 학기에 4 시간, 2 학기에 2~4 시간
- 5 학기에 다음 과정 중 한 과목에 대하여 6 시간
 - 數學 ; 함수론, 함수 해석학, 편미분 방정식
 - 醫學
 - 化學 ; 물리화학
 - 工學
- 特殊分野(각 학교마다 차이가 있음) 중 實驗과 理論을 결정하여 집중적으로 연구하며 卒業論文의 주제 설정과 論文指導 교수를 정함.

◦ 實驗物理 ; 레이저, 프라즈마, 광학...
 ◦ 理論物理 ; 통계물리, Chaos...
 Esser 대학의 경우
 5 학기 : 4~6 시간, 8 학기 : 4~6 시간, 9~10 학기 : 4 시간

③ 選擇 과목 : 총 14~20 시간

- Grundstudium : 理工系 과목 중(3 학기 : 2 시간, 4 학기 : 2 시간)
- Hauptstudium : 物理科 과목으로 理論物理Ⅱ(量子Ⅱ), 相對論, 量子場論 등등(5 학기 : 4~6 시간, 6 학기 : 2~4 시간, 8 학기 : 4~6 시간)

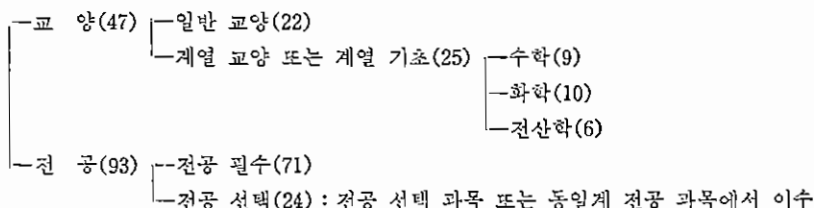
4. 敎科課程의 模型

卒業에 필요한 최소 학점인 140 학점을 <표 1>과 같이 구성해 보았다. <표 2>는 系列敎養 또는 系列基礎 과목들과 학기, 시간, 학점 등을 명시한 것이다.

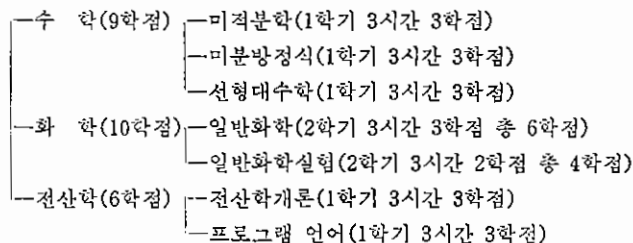
이 敎科課程의 특성은 다음과 같이 요약할 수 있겠다.

첫째, 學部에서는 物理學의 기본 과목만 개설·수강하도록 한 점이다. 細分化된 고급 專攻 과목(예를 들면 固體物理, 核物理, 光學, 流體力學, 音響學 등)은 大學院 과정에서 배우도록 하며, 원하는 학생은 大學院 과목을 수강하여

<표 1> 졸업에 필요한 최소 이수 학점(관호 안은 학점 수)



<표 2> 계열 교양 또는 계열 기초 과목



학점을 이수하면 專攻選擇 학점으로 인정해 주도록 하였다.

둘째, 實驗敎育을 強化한 점이다. 현재 實驗 實驗 시간과 학점은 2시간 또는 3시간에 1학점밖에 되지 않아 實驗을 重視하여야 하는 자연 과학으로서의 실험 시간이 너무 적다. 특히 우리나라는 축적된 실험 결과들이 적어 實驗에 대한 比重을 더욱 높여 나가야 될 것이라 생각된다. 또한 實驗에 대한 理論 강의가 없는 편이며, 있다 하더라도 그 강의 內容과 實驗의 진도가 일치하지 않아 實驗敎育의 효과가 매우 낮은 편이다. 따라서 현재의 1학점 2시간 또는 3시간을 4학점으로 하고, 理論講義 2시간과 實驗 實驗 3시간으로 늘려 이론 강의와 연계시킬 것을 제안하였다. 예를 들어 3학년에서 개설되고 있는 電子物理學과 電子物理實驗을 합하여 한 과목의 實驗으로 개설·운영하도록 하며, 3~4학년에 개설되는 高級物理實驗 또는 現代物理實驗 등은 각 분야의 專攻敎授가 3~4주씩 나누어 해당 분야의 理論講義와 實驗을 하도록 하였다.

셋째, 세미나와 特講 등을 개설하여 학생들로 하여금 사고력·창의력·발표력을 함양하도록 유도하였다. 세미나는 주로 학생들에게 主題를 주어 參考文獻 등을 조사하여 발표하게 하고, 特講은 최근에 발표된 物理學의 理論과 實驗에 대해 지도한 후 학생들로 하여금 물리학의 현재와 미래의 發展方向을 모색하는 계기를 제공하도록 하였다.

넷째, 현재 대부분의 대학에서 부과하고 있는 卒業試驗 또는 卒業論文에 학점을 배정하였다. 현재는 敎授·實驗器機·實驗實習費 부족 등의 이유로 이를 형식적으로 실시하고 있어 이에 대한 개선이 시급하다. 설혹 좋은 研究結果가 나오지 않더라도 학생들로 하여금 한 主題에 대해 研究하는 方法만이라도 알게 한다는 의미에서 이를 活性化시키기 위해 學點을 부여하여 운영하도록 하였다.

이상에서 제안한 교과과정 중에서 전공 필수 과목의 학기별 편성을 요약하면 <표 3>과 같다.

기본 과목 중 現代物理學은 물리학의 全般을 다룬다는 점에서 一般物理와 그 성격이 비슷하지만, 一般物理에 비해 좀더 높은 수준의 主題

<표 3> 전공 필수 과목의 학기별 개설

구 분	교 과 명	개설 학기 수	강의 시간 수	실험 시간 수	학점 수	이 수 학 점 수
기본과목 의 강 화	일 반 물 리	2	3	—	3	6
	고 전 역 학	2	3	—	3	6
	전 자 기 학	2	3	—	3	6
	현 대 물 리	2	3	—	3	6
	수 리 물 리	2	3	—	3	6
	열 물 리 양 자 물 리	2	3	—	3	6
창의력· 사고력· 발표력 의 강화	세 미 나 특 강 (topic in current physics)	2	2	—	2	4
		1	2	—	2	2
실험의 내실화	일반 물리 실험	2	—	3	2	4
	실 험 I (electronics lab.)	2	2	3	4	8
	실 험 II (advanced lab.)	2	2	3	4	8
졸업논문 의 강화	졸업 연구 논문	1	—	—	3	3
	계	1~ 2	25	9	25	71

들을 심도 있게 概括的으로 다룬다는 점에서 중요한 의미를 갖는다. 이 과목의 중요성에도 불구하고 현재와 같이 한 分野의 한 敎授가 現代物理學 교재의 전 부분을 강의하게 되면 실제로 自己 分野가 아닌 내용은 생략하거나 간단히 설명하고 지나가게 되어 본래의 학습 목표를 달성하기 어렵다.

現代物理學을 개설하는 두 학기 중 한 학기는 特殊相對論과 量子理論의 기초를 반반씩 강의하는 것이 바람직하며, 다음 한 학기는 分子, 固體, 光學, 核粒子로 나누어 해당 專攻分野 敎수가 강의하는 형태를 취하면 매우 바람직하리라 생각된다. 예를 들어 分子 2주, 固體 4주, 光學 2주, 核 3주, 粒子 2주 등으로 나누어 해당 분야의 敎授가 강의하게 하는 방식으로 운영하면 좋을 것이다.

이와 같이 分擔하여 講義하는 것이 현실적으로 어렵다고 할 수도 있지만, 이미 여러 대학에서 自然科學概論을 개설하여 이런 分擔講義를 실시해 본 경험이 있으므로 運營의 妙를 살린다면 별 어려움이 없으리라 생각된다.

實驗의 경우, 一般物理實驗은 1학년 1·2학기, 實驗 I은 2학년 1·2학기, 實驗 II는 3학년 1·2

학기에 개설하되, 實驗Ⅱ를 위의 現代物理과 같이 여러 교수가 분담하여 운영한다면 매우 효과적일 것으로 생각된다. 한편, 專攻選擇 과목은 앞에서 제시한 專攻必須 과목 이외의 大學院 碩士課程에서 개설되는 고급 전공 과목을 이수하든가, 同一系 다른 학과의 개설 과목을 이수할 경우 이를 專攻選擇으로 인정해 주는 방안을 模型으로 제시하였다.

5. 맺음말

物理學은 基礎科學의 기본이라는 점에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 序論에서도 언급한 바와 같이 물리학은 세심한 觀察力, 탐구적 思考力, 고도의 實驗技法, 활발한 論議 등을 바

탕으로 自然現象을 이해하고 설명하려는 학문인 만큼 그에 적절한 敎科課程의 編成과 運營은 매우 중요한 요인이 된다.

앞에서 제시한 敎科課程의 模型은 이러한 敎育的 效果를 달성하기 위한 하나의 提案에 불과하므로 구성과 운영상에 아무런 問題點이 없는 것은 아니다. 그러나 物理學 敎育의 敎育效果를 높이고 세계적 추세에 부응해야 한다는 인식의 전환이 뒷받침된다면, 이 새로운 模型을 각 대학의 실정에 맞게 재구성함으로써 보다 효과적인 敎育과정인 될 수 있으리라 믿는다.

여기에 제시된 模型은 어디까지나 하나의 모형이므로 좀더 나은 것이 있을 수 있으리라 생각하고, 앞으로도 많은 교수들이 이 분야에서의 연구와 실천적 경험을 축적하기를 기대한다. *