

碩士學位論文

高等學校 化學科 實驗 實習
評價 尺度와 評價 方案 研究

指導教授 金 德 洙



濟州大學校 教育大學院

化學教育專攻

朴 世 赫

1998年 8月

高等學校 化學科 實驗 實習
評價 尺度와 評價 方案 研究

指導教授 金 德 洙

이 論文을 教育學 碩士學位 論文으로 提出함.

1998年 6月 日

濟州大學校 教育大學院 化學教育專攻



朴世赫의 教育學 碩士學位 論文을 認准함.

1998年 7月 日

審査委員長 _____ 印

審査委員 _____ 印

審査委員 _____ 印

[초 록]

高等學校 化學科 實驗 實習
評價 尺度와 評價 方案 研究
朴 世 赫

濟州大學校 教育大學院 化學教育專攻
指導教授 金 德 洙

현재 화학 실험 평가는 화학 교과 성적에 반영되고 있지만, 그 평가 척도는 아직 구체화되어 있지 않은 실정이다.

본 연구의 목적은 화학 실험 평가의 효율적인 규정을 만드는 데 있다. 이러한 목표를 달성하기 위해 우선 전국의 6개 고등학교 평가 규정 분석과 현장 적용에서 학생들의 반응을 체계적으로 고찰하여 객관성과 타당성 및 신뢰도가 높고, 학교 현장에서 쉽게 적용 가능한 화학과 실험·실습 평가 규정을 만들었다.

평가 영역은 실험 보고서 평가, 교사 평정 평가, 지필 평가로 구분하고 한 학기 동안 한 실험에서 3영역 모두 포함되는 평가를 한다. 교육 과정 운영상 실험 회수가 적은 경우는 보고서 평가를 포함한 최소한 2영역에 대해서 평가하여야 하며, 조별 실험에서 탐구 능력의 개인차를 평가하기 위한 구체적인 평가 지표가 있어야 한다.

그리고 각 등급간 점수를 최소화 한 평가 등급을 4등분하여 실험을 하고도 보고서를 제출하지 않는 학생에게는 70%의 점수를 부여하고, 실험 평가 결시자에게는 재실험의 기회 제공 후 취득 실험 성적의 80% 이상을 인정한다. 평가 영역 선정은 실험 보고서 평가와 교사 평정 평가가 선택적으로 이루어지도록 교사의 자율권을 인정하여야 하며, 실험·실습 평가 성적은 중간 고사와 기말 고사와는 별도로 산정하여 한 학기동안 1회 반영토록 한다. 뿐만 아니라 과학 행사에 단순 참여자와 등급별 입상자를 구분하고 차등 등급에 의한 성적 부여 규정을 제도화하는 것이 과학 행사를 활성화하고 과학에 관한 흥미를 유발시키는 방안이 될 것이다.

차 례

초 록	
차 례	
표 및 그림 차례	
I. 서 론	1
II. 이론적 배경	3
1. 과학 실험 평가의 목적과 방법	3
2. 과학 실험 평가 모형을 위한 이론적 탐색	5
3. 과학 실험 평가의 유형과 특성	11
4. 고등학교 화학과 평가 방향	17
III. 연구 방법	18
1. 연구 대상 및 시기	18
2. 연구 절차	18
IV. 연구 결과 및 고찰	20
1. 실험 실습 평가 규정 분석	20
2. 실험 실습 평가 규정과 적용	37
3. 피평가자의 반응 분석	42
4. 실험 실습 평가 방안 및 척도	44
V. 결 론	50
참 고 문 헌	52
Abstract	54
<부 록>	
1. 실험·관찰 보고서	56
2. 실험 수행 능력 및 태도 평가 체크 리스트(염소의 제법과 성질)	57
3. 실험 지필 평가 문제	58
4. 화학 I·II 실험·실습 평가표	59
5. 설문지	60

표 및 그림 차례

<표 II-1> 실험 능력별 평가 방법 및 특성	4
<표 II-2> 범주별 실험 활동	11
<표 II-3> 범주별 평가 방법의 “예”	12
<표 II-4> 실험 능력의 평가에 있어서 고려되는 특성	13
<표 II-5> 규준 지향 평가	15
<표 II-6> 목표 지향 평가	16
<표 IV-1> A고등학교의 실험 실습 평가의 영역과 비율	20
<표 IV-2> A고등학교의 실험 보고서 평가 척도	21
<표 IV-3> A고등학교의 교사 평정 평가 척도	23
<표 IV-4> B고등학교의 영역별 평가 비율	25
<표 IV-5> B고등학교의 실험 보고서 평가 관점	25
<표 IV-6> B고등학교의 실험 기능 및 태도의 평가 관점	26
<표 IV-7> C고등학교의 탐구 사고력 평가 배점	27
<표 IV-8> C고등학교의 실험 기능(보고서) 평가 기준	28
<표 IV-9> C고등학교의 과제 평가 기준	29
<표 IV-10> C고등학교의 학습 태도 평가 기준	29
<표 IV-11> C고등학교의 평가 척도의 점수화 기준	30
<표 IV-12> D고등학교의 실험(실습) 평가 기준	31
<표 IV-13> E고등학교 실기 평가 기록 카드	33
<표 IV-14> F고등학교의 평가 방법과 반영 비율	35
<표 IV-15> 에틸렌의 제법과 성질에 관한 실험 보고서 평가 지표 ..	39
<표 IV-16> 과제 평가 기준	41
<그림 1> APU의 문제 해결 과정	9
<그림 2> 에틸렌의 제법과 성질	38
<그림 3> 염소의 제법과 성질	40

I. 서 론

중등 학교의 과학은 자연 현상과 주변의 사물에 대하여 흥미와 관심을 가지고 탐구하게 함으로써 자연 현상의 기본 지식을 체계적으로 이해시키고, 창의적인 사고력과 합리적인 판단력을 기르게 하며, 생활 주변에서 일어나는 문제를 과학적으로 해결하려는 태도와 능력을 함양시키는 교과이다.

그러므로 과학 학습은 다른 교과와는 달리 실험 실습을 통하여 과학적 개념을 이해하고, 탐구 사고력을 기르며, 과학적 태도를 함양하고, 실험 기능을 기르기 위한 과학 교육 활동이다. 따라서 과학 학습 평가에서는 학생의 과학 지식, 과학적 탐구 능력, 과학 태도와 과학 실험 기능이 종합적으로 평가되어야 한다. 또한 과학 학습 평가는 학생들의 학습 준비도를 점검하고, 학습 동기를 강화하며, 교수·학습 방법을 개선하기 위한 교수·학습 과정의 중요한 한 요소이기 때문에 과학 학습과 과학 학습 평가는 불가분의 관계를 갖고 있다.

이와 같은 이유로 인해 과학 교과의 실험 실습 교육을 일정 시간 의무화하고 있으며, 또한 과학 교과의 평가도 실험 실습 평가의 성적을 일정 비율 반영하도록 하고 있다(교육부, 1995).

실험을 통한 탐구 능력의 평가는 매우 중요하면서도 그 평가 문항 제작이 용이하지 않기 때문에 학교 현장에서 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정이며, 실험 평가는 지식 영역의 평가와는 달리 지필 검사만으로는 완벽하게 평가할 수 없고, 실제로 실험을 수행하는 과정이 평가에 포함되어야 하기 때문에 그 실시에 있어서 많은 시간과 노력이 필요하다(김창식외, 1993 ; 교육부, 1993).

고등학교의 경우 대부분의 학교에서는 실험 실습 평가의 성적을 20 ~ 50%를 반영 하고 있다. 그리고 지금까지 고등학교 과학과 실험 실습 평가 척도와 평가 방법에 대한 자료가 개발 보급된 적은 거의 없는 실정이며, 또한 실험 실습 평가에 대한 교원 연수가 없었을 뿐 아니라 교사들의 실험 실습 평가 경험도 부족한 것이 현실이다. 다인수 학급과 대학 입시 위주의 교육 환경에서는

제한된 시간 내에 많은 학생들을 객관적으로 실험 평가할 수가 없을 것이다. 그러므로 이러한 평가와 성적 반영에 대하여 대부분의 과학 교사들은 많은 어려움을 겪고 있다(한국과학교육단체총연합회, 1993 ; 강정우외, 1996).

과학 과목에서의 주된 내용을 과학적 지식과 탐구 과정이라고 할 수 있고 특히 화학은 물질의 구조와 결합, 변화, 상호 작용 등을 주 대상으로 학습하므로 창의적 사고력과 합리적 판단력의 배양은 실험 실습에 의한 교육과 평가가 이루어지고 평가 결과를 교육에 반영함이 무엇보다도 중요하다.

학생들의 과학 탐구 능력을 측정하는 방법에 관한 연구(우종욱외 2인, 1997 ; 이재천·김범기, 1996 ; 임청환·정진우, 1997)는 최근에도 많이 있지만, 실제로 현장에 적용하여 탐구 능력을 측정하고 그 결과를 실험·실습 성적에 반영하기는 현실적으로 어렵다. 또한 실험 수업과 과학 관련 태도 측정 방법도 기존 연구 결과(노태희외 4인, 1997 ; 우종욱·이경훈, 1995 ; 1996)를 학교 현장에 그대로 적용할 수 없다. 그리고 고등학교 화학 실험 평가에 관한 연구(오대섭외 2인, 1976 ; 제주제일고등학교, 1983 ; 박세혁, 1985)들도 현장 적용 가능성을 보고하고는 있지만, 교사 업무 과다와 다인수 학급에서 적용하기가 쉽지 않다.

그러므로 현장에 있는 고등학교 화학 교사들이 쉽게 적용할 수 있고 학생들의 탐구 능력을 제대로 평가하여 성적에 반영할 수 있는 객관적 평가 방안과 평가 척도가 학교별로 과학과 실험·실습 평가 규정에 명기되어 있어야 하며, 교사들의 평가에 관한 인식이 제고되어야만 한다. 따라서 교사들이 쉽게 학교 현장에서 적용 가능한 고등학교 화학과 실험·실습 평가 방안과 평가 척도를 마련하여 제시하려는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구는 II장에서 실험·실습 평가에 관한 이론적 배경을 알아본 다음, III장에서 연구 방법을 기술하였으며, IV장에서 고등학교의 화학과 실험·실습 평가 규정의 현황을 알아보고, 실제로 고등학교 2학년 학생들에게 1년간 수행한 화학 실험에 대한 각종 실험·실습 평가 결과를 분석한 후 피평가자의 반응을 조사하여 객관성 있고 현장 적용 용이도가 쉬운 화학 실험 평가 방안과 평가 척도를 제시하여 보았다. 그리고 마지막으로 V장에서 본 연구에 대한 결론을 밝혀 두었다.

II. 이론적 배경

1. 과학 실험 평가의 목적과 방법

과학 실험 활동을 단계별로 나타내면 ① 문제의 인식과 형식화 ② 실험 과정의 설계와 계획 ③ 실험 장치의 설계와 실험 수행 ④ 측정·관찰·체계적 기록 ⑤ 실험 관찰과 데이터의 해석 및 평가로 구분할 수 있다. 그러나 각 단계는 조사하기 위한 문제의 특성에 따라 바뀔 수 있으며, 순서도 실험 과정에 따라 유동적으로 수행될 수 있다. 이러한 실험 활동 평가의 목적은 크게 학생들에게 실험 활동을 어떻게 개선시킬 수 있는가에 관한 자료를 제공하는데 있다. 즉, 점수를 매기기 위한 목적과 피드백을 위한 목적이 있다.

점수를 매기기 위한 목적의 평가는 공평한 체계가 필요하다. 아울러 각 평가의 사용 빈도와 사용 시기를 실험 목적에 부합되도록 적절하게 정해야 한다. 평가 방법으로는 기준 지향 평가와 목표 지향 평가가 있는데, 이와 같은 평가는 학생과의 상호 작용 및 반응과 관련되어 있으므로 세심히 고려되어야 한다. 그리고 학생들이 평가 과정의 목적과 형식에 대해서도 잘 알 수 있도록 해야 한다.

피드백을 위한 평가는 반드시 점수를 매길 필요는 없지만, 피드백을 위한 평가라는 것을 학생에게 알려주어야 한다. 이것은 교수·학습 과정의 중요한 부분으로서, 학생들이 다양한 실험 과제를 수행하는데 있어 필요한 행동과 정보를 제공받는 것은 학생에게 직접적인 이득이 되기 때문이다.

이러한 목적에 따라 여러 가지 평가 방법을 사용하여 과학 실험 활동을 평가할 수 있다. <표 II-1>에 실험 능력에 따른 평가 방법과 평가 결과의 특성을 제시하였다.(박승재; 1994)

실험 활동의 단계에서 단계 ③, ④는 아주 실제적인 활동을 포함하고 있으나, ①, ②, ⑤는 관찰하거나 실험 도구를 다루는 기능과는 거리가 멀다. 이와 같은 활동과 관련 있는 능력과 기능에 대해서는 실험 과정에 대한 지식 뿐만 아니라 자료와 정보를 해석하는 능력을 평가할 수 있는 지필 평가 방법으로 평가할 수 있다. 그렇지만, 무엇보다도 중요한 점은 평가 목적에 맞는 평가 방법을 선택하는 것이다.

<표 II-1> 실험 능력별 평가 방법 및 특성

실험능력	보고서	지필 평가	실기 시험	관찰 평가	면담
지식과 이해	○	○			○
관찰과 측정		○	○	○	
문제를 보고, 푸는 방법 모색		○			
자료 해석	○	○			○
이론적 모델의 설계, 평가, 수정		○			○
실험기능			○	○	
태도와 흥미				○	○
문헌사용	○				
신뢰도	L-M	H	L-M	L-M	L
타당도	M	L-M	M-H	L-M	L-M
편리성	H	H	L-M	L	L
경제성	M	H	L	L	L

(L : 낮음 M : 중간 H : 높음)

평가 내용으로 보면 자연 대면, 기구 사용, 언어 사용, 글과 기호 사용에 관한 평가가 있고, 평가 도구로 보면 관찰, 보고서 검사, 질의 청취, 지필 검사에 관한 평가가 있다. 그리고 평가 대상으로는 개인별, 조별, 학급별 평가가 가능하다. 시간상으로는 단기(20분 이하), 중기(30~60분), 장기(70분 이상)로 구분

할 수 있는데, 단기로 하는 실험은 조별로 돌아가면서 실험하게 하는 회전 방식이 유리하고, 중기인 경우는 같은 실험을 동시 실험하게 하는 것이 유리하다.

자연 대면에 관한 평가는 사물과 현상의 관찰 능력과 변화 측정 능력에 관한 것이고, 실험 기구 사용에 관한 평가는 올바른 사용법, 간단한 실험 장치 꾸미기에 관한 것이며, 언어 사용에 관한 평가는 의사 소통, 언어로 묘사하기에 관한 것이다. 글과 기호 사용에 관한 평가는 그림, 도표, 기호, 그래프 제시 능력에 관한 것인데, 이상의 평가 내용들은 개별적으로만 평가하는 것이 아니라 종합적으로도 평가될 수 있다.

이와 같이 과학 실험 학습 후 학생들에게 요구되는 결과를 평가하는 데는 하나의 평가 기술만 필요한 것이 아니며, 다양한 특성을 평가할 수 있는 평가 체계가 필요하다.

2. 과학 실험 평가 모형을 위한 이론적 탐색

1) 과학 탐구 학습의 평가 영역

실험 활동을 통해서 학생들은 탐구 사고력을 기르는 탐구 과정을 경험하게 된다. 따라서, 실험 평가는 곧 탐구 과정 영역의 평가라 할 수 있다. 탐구 과정 영역의 평가시 중요한 평가 대상은 인지적 요소가 강조되는 인지적 능력과 조작적 요소가 강조되는 조작적 영역이다.

(1) 인지적 능력의 평가

인지적 능력 평가란 관찰, 분류, 측정, 의사 전달, 문제 인식, 가설 설정, 조작적 정의, 실험 설계 및 변인 통제, 모델 사용, 데이터 수집 및 처리, 데이터 해석, 가설 평가 및 수정, 추리, 예상, 일반화, 적용 능력과 같이 문제 해결에 인지적 요소가 상대적으로 많이 요구되는 영역의 평가를 의미한다.

다시 말해, 탐구 학습에서의 인지적 능력이란 과학적 사고력이나 논리적 사고

력과 같은 의미이며, 어떤 문제가 주어졌을 때 논리적으로 사고를 전개하여 문제를 해결해 가는 능력을 의미한다. 자연 현상을 탐구하는 과정에서 흔히 사용되는 인지적 능력은 보통 지필, 지문, 보고서 검토 등의 방법에 의하여 평가한다.

(2) 조작적 능력의 평가

조작적 능력의 평가란 실험 기구 조작과 같이 조작적 요소가 상대적으로 많이 요구되는 영역의 평가를 의미한다.

탐구 과정 영역 중 조작적 능력은 피평가자의 실험 활동(실험 기구를 조작하는 활동)을 관찰하여 평가하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 관찰에 의한 평가가 필요하다. 관찰법은 일반적으로 학생의 관찰 결과를 기록하여 처리하는 방법에 따라 체크리스트법과 평정법으로 구분한다.

(3) 실험 평가

경우에 따라서는 학생의 인지적 능력과 조작적 능력을 통합적으로 평가하여 종합적인 문제 해결력을 평가할 수 있는 것이 실험 평가이다.

실험 평가란 어떤 학습의 과정 또는 학습이 끝난 후에 기대되는 행동을 평가하기 위해 관찰, 측정, 분류, 실험도 등의 직접 행동을 통하여 해답을 찾으려는 평가 방식으로 학생에게 문제와 문제 해결에 필요한 실험 기기와 재료를 주고 문제를 해결해 가는 과정을 관찰하여 평가한다.

보통 행하여지는 지필 검사는 종이와 연필로만 작성하는 데 대하여 실험 평가는 실물, 현상에 직접적으로 부딪쳐 실제의 해결 행동을 통하여 탐구 능력이 어느 만큼 길러졌는가를 알아보는 것이기 때문에 관찰이나 실험을 중심으로 하고 있는 과학의 학습에서는 매우 적합한 방법이라고 할 수 있다. 이것은 지적 능력을 포함하면서도 지필 검사에서는 조사되지 않는 기술적 능력의 육성 정도를 측정할 수 있다.

즉, 실험 평가의 목적은 ① 관찰, 실험을 통하여 자연의 사물 현상을 알아보는 방법이 어느 만큼 체득되었는가? ② 그것이 새로운 장면에서 어느 정도 쓰여

지는가? ③ 학습 결과 취득한 기초적, 기본적 지식이 다른 사물, 현상을 해석하는데 어느 정도 유용한 것으로 파악되고 있는가? 등 실제적인 응용 능력이나 행동을 알아보는 데에 있다.

실제의 행동적 반응을 구하는 실험 평가는 과학의 학습 평가에 있어서 극히 뛰어난 방법이지만 문제의 작성이나 준비에 상당한 노력을 요구하고, 또한 시험을 위하여 많은 시간이 할애되어야 한다는 문제가 있다.

이와 같은 실험 평가는 보통 다음과 같은 형식에 의해 수행한다.

① 구조화되지 않은 실험 평가

평가 문제와 자료만 주고 주어진 문제를 해결하는 방법으로 평가자는 학습자의 관찰 및 보고서를 검사하여 목표 성취도를 평가한다. 이때 평가자는 명확한 관점과 평가 척도를 가지고 있어야 한다.

② 구조화된 실험 평가

문제와 자료 뿐만 아니라, 필요한 곳에 적절한 정보나 질문을 제시하는 방법으로 이를 실시하려면, 실험 기구나 자료 뿐만 아니라 실험 과정에 필요한 질문이나 정보, 도표, 그래프 등을 나타낼 수 있는 평가지를 제공하여야 한다. 다인수 학급에서의 실험 평가는 이러한 방법을 많이 활용한다.

구조화된 실험 평가시 평가지에 나타나 있지 않은 조작적 기능이나 탐구 과정 능력은 따로 평정 척도나 체크리스트를 만들어 평가하여야 한다. 구조화된 실험 평가 문항을 활용하면 학습자에게 어느 정도 방향을 제시해 줄 수 있다는 장점이 있다.

지금까지 알아 본 바와 같이 탐구 능력을 평가할 수 있는 방안에는 여러 가지가 있다. 그렇지만, 한 가지 방법으로 모든 것을 측정할 수 있는 평가 방안은 존재하지 않는다. 인간의 속성은 다양하기 때문에 각 속성을 적절히 평가할 수 있는 만능의 평가 방법은 없기 때문이다. 따라서 평가하려는 목표와 평가 상황에 따라서 적합한 평가 방법을 활용하여야 하고, 이러한 결과를 종합하여 학습자에게 도움이 될 수 있는 정보를 판별해 내도록 해야 한다.

2) 과학 실험 평가를 위한 탐구 능력의 구조

탐구 실험 능력을 상세화해야만 탐구 능력 측정의 평가 틀을 만들 수 있다. 탐구 능력을 상세화하는 방법에는 여러 가지가 있는데, 탐구 실험 능력의 분류 방법에 대해서 알아보면 다음과 같다.

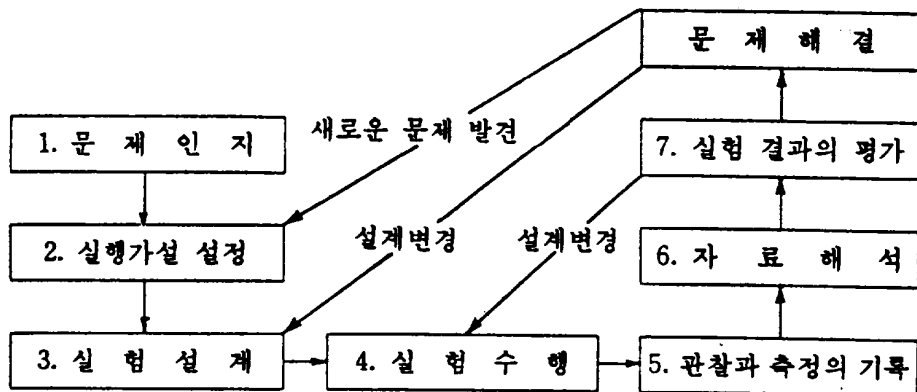
(1) Klopfer의 탐구 과정 요소

클로퍼는 과학 교육 평가를 위한 이원 목표 분류에서 탐구 과정을 크게 4가지로 구분하고, 그 각각에 대하여 구체적인 탐구 과정 요소를 다음과 같이 제시하고 있다.

과학적 탐구 I : 관찰과 측정 (물체와 현상의 관찰, 관찰 사실의 언어적 표현, 물체와 그 변화의 측정, 측정 도구의 선택, 측정의 합당성 평가와 오차의 한계 인식)
과학적 탐구 II : 문제 발견과 해결 방안 모색 (문제의 인지, 실험 과정의 설정, 가설 검증 방법 선택, 실험 과정의 설계)
과학적 탐구 III : 자료의 해석 및 일반화 (실험 결과의 처리, 실험 결과를 함수적 관계로 나타내기, 실험 결과의 해석, 외삽과 내삽, 가설의 검증, 일반화)
과학적 탐구 IV : 이론적 모델의 형성, 검증 및 수정 (이론적 모델의 필요성 인식, 이론적 모델의 설정, 모델이 만족되는 관계의 구체화, 이론적 모델로부터 새로운 가설의 도출, 모델 검증의 해석과 평가, 모델의 수정 또는 확장)

(2) APU의 탐구 과정 요소

APU(Assessment of Performance Unit)는 영국에서 실시하고 있는 국가 수준의 평가에 사용하기 위해서 평가의 틀을 개발하였다. APU에서는 실험·실습 평가를 위해서 다음과 같은 문제 해결 과정을 제시하고 있다.



<그림 1> APU의 문제 해결 과정

(3) NAEP의 탐구 과정 요소

NAEP(The National Educational Progress)는 미국에서의 국가 수준의 학력 평가 제도이다. NAEP에서는 탐구 과정을 다음과 같이 나누었다.

- 탐구 활동 (관찰, 측정, 실험, 의사 소통)
- 사고 과정 (자료 해석, 일반화, 내삽과 외삽, 가설 설정, 비유에 의한 논증, 종합, 귀납과 연역에 의한 논증, 모델 설정)

(4) 영국 GCSE 탐구 과정 요소

영국의 고등학교 졸업 자격 국가 고사인 GCSE(General Certificate of Secondary Education)에서 제시하는 탐구 과정 평가 요목은 다음과 같다.

- ① 관찰, 측정, 기록을 정확하고 조직적으로 할 수 있다.
- ② 실험을 안전하게 수행하기 위해서 안내서에 있는 대로 정확하게 따라 할 수 있다.
- ③ 관찰, 사실, 생각, 논쟁을 논리적이고, 간결하게 여러 가지 방법으로 타인에게 전달할 수 있다.
- ④ 정보를 여러 형태로 변환시킬 수 있다.

- ⑤ 특정 상황에 적합하도록 정보를 추출할 수 있다.
- ⑥ 실험 데이터를 사용하여 경향성을 찾아내고, 가설을 설정하여 관계를 찾아낼 수 있다.
- ⑦ 실험 데이터와 기타의 자료로 부터 결론을 이끌어내고 비판적으로 분석할 수 있다.
- ⑧ 실험 측정에서의 불확실성과 비신뢰성을 인식하고 설명할 수 있다.
- ⑨ 실험 또는 기타의 방법으로 측정치의 타당도를 검증하고 결론과 일반화를 이끌어낼 수 있다.
- ⑩ 적합한 실험 기구를 선정하고, 안전하고 효과적으로 사용하여 특정 목적을 위한 실험을 고안하고 수행할 수 있다.
- ⑪ 일상 생활에서 경험하는 사실, 관찰, 현상 등을 과학적인 법칙, 이론, 모델을 사용하여 설명할 수 있다.
- ⑫ 이상한 사실, 관찰, 현상에 대한 과학적인 설명을 제시할 수 있다.
- ⑬ 과학적 사고와 방법을 사용하여 정성적인 문제와 정량적인 문제를 해결할 수 있다.
- ⑭ 증거와 논리성의 분석에 입각하여 의사 결정을 할 수 있다.
- ⑮ 과학의 연구와 실험에 여러 가지 제한과 불확실성이 있음을 인식할 수 있다.
- ⑯ 과학이 기술에 적용됨을 설명할 수 있고, 과학의 사회적, 경제적, 환경적 의미를 평가할 수 있다.

그런데, 위에 ⑮, ⑯항은 탐구 능력이라기 보다는 과학 활동의 정의적 영역으로 보는 것이 더 합당할 것이다.

지금까지 알아본 탐구 과정 요소 설정 모델들은 형태는 약간씩 다르지만 실제 내용에 있어서는 유사성이 많다. 그러므로 탐구 능력의 평가를 위해서 어느 분류 방식을 택하느냐 하는 것은 그렇게 중요하지 않다. 그렇지만, 어느 분류 방식을 택하든지 목표에 적합한 평가 문항을 얼마나 잘 개발하느냐에 따라서 평가의 타당도와 신뢰도가 좌우된다.

3. 과학 실험 평가의 유형과 특성

1) 실험 평가의 범주

실험 평가를 학교 현장에 적용하기 위해서는 학생들의 실험 능력에 대한 구체적인 구분이 선행되어야 한다. 이에 대해서는 ① 실험 기능 ② 실험 지력 ③ 실험 지식 ④ 실험 태도의 네 가지 범주로 나눌 수 있다.

실험 기능은 자연 대면, 기구 사용 등 신체적 영역을 중심으로, 실험 지력은 단순 추리, 변인 통제, 조작적 정의 등 지적 탐구 능력을 중심으로, 실험 지식은 기구명 기억, 오차의 이해와 적용 등 지식을 중심으로, 실험 태도는 실험 흥미, 탐구 태도 등 실험의 정의적 영역을 중심으로 범주를 구분 짓는다.

<표 II-2>는 실험 능력 각각의 범주에 대해서 수준별 실험 활동을 나타낸 것이고, <표 II-3>은 범주별 실험 활동들을 평가하는 방법을 예시한 것이다.

<표 II-2> 범주별 실험 활동

범주 수준	실험 기능	실험 지력	실험 지식	실험 태도
단순	(가) 단순 관찰, 간단 어렵, 공구 사용, 기구 사용	(나) 단순 추리, 간단 예언, 변인 통제, 조작적 정의	(다) 실험, 기구, 방법 등에 대한 지식 일부 기억	소극적 적극적 수동적 능동적 자주적 협동적 등
이중	(라) 실험 기능 관련 기초 및 고급 탐구력 : 관찰, 분류, 문제 포착과 가설 등 기초적인 확인 실험, 해결 실험 및 보고			
		(마) 복잡한 실험 방법, 오차율 등 실험 지식의 이해 및 적용력		
복합	(바) 물리/화학/생물/지구과학 지식과 관련된 과학적 관찰, 어렵 등 기초 및 고급 부분별 탐구력과 통찰력을 포함하는 확인 실험, 해결 실험, 연구 실험 및 보고			

<표 II-3> 범주별 평가 방법의 “예”

범주	평가 도구	기구 사용 여부	대상	방식	적용 시기
(가)	관찰	기구	개인별/조별	회전/동시	단기
(나)	(지필) 질문응답		개인별/조별	회전/동시	단기
(다)	지필 (질문응답)		학급별	동시	단기
(라)	관찰 보고서	기구	개인별/조별	회전/동시	중기
(마)	지필		학급별	동시	중기
(바)	관찰 (질문응답) 보고서	기구	개인별	회전	중기

2) 과학 실험 평가에 있어서 고려되는 특성

과학에서 탐구 능력의 평가는 매우 중요하면서도 그 평가 문항 제작이 용이하지 않기 때문에 학교 현장에서 탐구 능력 평가가 제대로 이루어지지 못하고 있다. 탐구 능력의 평가는 지식 영역의 평가와는 달리 지필 검사만으로는 완벽하게 평가할 수 없고, 실제로 실험을 수행하는 과정이 평가에 포함되어야 하기 때문에 그 실시에 있어서 더 많은 시간과 노력이 필요하다.

그러므로 실험 활동을 통한 평가시에는 과학의 지식 뿐만 아니라 탐구 능력, 태도, 실험과 실습 기능 등도 평가하여야 한다. 전통적으로 실험 평가는 평가자의 주관에 의해서 평가되었으나, 평가의 객관적 신뢰도와 타당도에 대한 많은 문제가 제기되었다. 따라서 실험 평가 문항의 개발에는 타당도와 신뢰도를 높이는 노력이 필요하다.

(1) 실험 능력의 평가 준거

실험 능력의 평가에 있어 고려되는 특성을 실험의 단계별로 나타내면 <표 II-4>와 같다.

<표 II-4> 실험 능력의 평가에 있어서 고려되는 특성

평가될 능력 / 기능	평가의 일반적 특성
1. 문제의 인식과 형식화	가설과 가정의 조리성; 조사하고 통제될 변수들의 인식 실험 조건(실험 장치)의 선택, 측정 기술과 과정 변수의 통제, 작업의 연속성
2. 실험 과정의 설계와 계획	체계적인 작업; 올바른 실험 기술과 안전
3. 실험 장치의 설계와 실험 수행	실제 작업의 수행 기능; 정리 및 조직
4. 측정, 관찰, 체계적 기록 (관찰과 자료 기록 포함)	측정 행동의 정확성; 관찰, 자료의 기록, 수집에 대한 주의와 신뢰도
5. 실험 관찰과 데이터의 해석 및 평가	실험 자료로부터 얻어지는 결론의 조리성과 조사중인 문제와의 관련성; 실험 과정과 관련 있는 오차의 계산

실험 평가는 본질적으로 과정 중심이어야 한다. 하지만, 평가의 간편성과 편리함 때문에 그 대안으로 결과 중심 평가를 사용하고 있다. 결과 중심 평가가 제기되는 중요한 이유는 탐구 활동의 궁극적 목표가 문제 해결에 있기 때문에, 탐구 과정이 옳았다면 올바른 결과가 나타나야 할 것이라는 점이다.

그리고 결과 중심 평가 방법의 근저에 깔려 있는 하나의 가정은 실험 수행 과정의 질이 결과의 질과 높은 상관 관계가 있다는 점이다. 그러나 탐구 결과와 연구 수행 사이의 상관 관계가 낮게 보고되고(Buckley; 1970, 박승재; 1994) 있는 경우도 있어 이러한 가정은 항상 일치하지 않는다. 그러므로 좋은 탐구 결과가 곧 좋은 탐구 능력을 의미하지는 않는다.

그럼에도 불구하고 결과 중심 평가 방법을 선호하는 사실상의 이유는 과정 중심 평가에 비해서 간편하다는 점이다. 결과만을 보고 평가하기 때문에 연구

수행 과정을 지켜볼 필요도 없으며, 한꺼번에 많은 사람을 평가할 수 있다는 장점이 있기 때문이다.

그렇지만, 결과 중심 평가를 올바르게 설계한다면 과정이 잘못될 때 결과도 틀리게 할 수 있다. 과정이 잘못되어도 좋은 결과가 나오는 것은, 결과를 내는 과정이 여러 단계를 거치도록 되어 있을 경우에 가능하기 때문에 과정을 세분하여 각 과정에서 얻은 결과를 기록하게 하면 된다.

① 과정에 기초한 평가 준거

탐구 과정 요소의 평가 관점을 상세화하지 않고 그대로 사용한다면 평가자가 자기 선입견에 입각한 평가를 할 가능성이 있기 때문에 실제로 사용할 때는 보다 더 구체적으로 상세화 할 필요가 있다.

평가 준거표를 작성하기 위해서는 평가자가 먼저 실험을 해 보면서 대략적인 준거를 마련한 후, 실제로 학생들에게 실험을 시켜 보면서 평가 과정을 구체화 하여야 한다.

② 결과에 기초한 평가 준거

㉠ 정량적 결과의 평가 준거 설정

정량적인 결과에 대한 분석 준거를 설정하기는 비교적 쉬운 일이다. 즉, 목표로 하는 측정값을 설정하고 실험자의 결과가 이 목표치와 얼마나 근접하는가를 평가 준거로 설정할 수 있다.

한 개의 측정에 대해서 자세한 평가 준거를 만들 수도 있으나, 여러 종류의 단순한 측정을 하는 경우에는 어느 정도의 허용 오차를 정한 뒤에 각 측정 항목에 대해서 점수를 주는 방법도 있다.

㉡ 정성적 결과의 평가 준거 설정

정성적인 결과는 많은 경우 양분적(dichotomous)인 판단을 요구한다. 관찰 결과에 대한 채점을 하는 경우, 관찰 결과가 평가자가 원하는 특성을 표현했는가 하지 않았는가에 달려 있다. 이 경우 관찰 결과의 진술은 점수를 얻든가 얻지 못하는가 둘 중의 하나이다. 이 방법은 그 적용 범위가 매우 다양하다. 예를 들면, 일련의 화학 반응을 시키면서 그 때 나타나는 변화(색깔, 온도, 상태 등)를

관찰하여 기록하도록 하고, 관찰 결과가 사실과 옳았다면 1점, 틀렸다면 0점을 준다.

이 경우 학생들에게 관찰해야 할 항목과 빈도 수를 미리 알려 줄 수도 있고 알려 주지 않을 수도 있다. 전자는 평가가 용이하고 학생에게 정신적인 부담을 덜 주는 장점이 있는 반면, 후자는 학생들의 독창적인 사고력을 평가할 수 있다는 장점이 있다. 그러므로 탐구 능력의 본질적인 측면에서 볼 때는 후자가 더 바람직하다. 그렇지만 후자의 경우에는 예상치 못한 결과에 대해서 평가자가 올바르게 판단할 수 있는 능력이 있어야 한다. 여러 평가자가 각기 다른 대상을 평가할 때에는 관찰해야 할 구체적인 관찰 빈도를 제시하는 것이 좋다.

정성적인 결과에 대한 평가가 모두 양분적인 것은 아니다. 실험자의 진술이 모두 옳을 수 있는 경우도 있기 때문이다. 이때는 그 옳은 정도에 차이가 있을 수 있으므로 평가 준거를 자세하게 설정하여 진술의 타당성 정도에 따라 다른 배점을 해야 한다.

(2) 평가의 점수화

평가한 것을 점수화할 때는 기준 지향 평가와 목표 지향 평가의 두 가지 형식을 취할 수 있다. 기준 지향 평가는 학생들의 모든 평가 데이터를 순서대로 나열한 후 <표 II-5>와 같이 점수 범주의 백분율로 평가한다.

<표 II-5> 기준 지향 평가

점수	점수 설명	점수 범주의 %
5	매우 잘함	10
4	평균보다 잘함	25
3	평균	30
2	평균보다 못함	25
1	아주 못함	10

목표 지향 평가는 준거에 기초하여 점수를 주는 형식이다. 켐파(Kempe)가 제시한 방법은 <표 II-6>과 같다. 켐파는 실험 안내서에 따라서 실험을 수행하는 능력과 관찰 및 측정의 정확도를 목표 지향의 평가 준거로서 제시하였다.

<표 II-6> 목표 지향 평가

점수	실험 활동을 조직하고 교재를 따라오는 능력	관찰 및 측정의 정확성
5	실험의 목적을 분명히 이해한다. 실험을 준비된 교재에 따라서 안전하고 논리적인 방법으로 조직할 수 있다.	관찰, 측정, 기록을 정확하고 주의 깊게 한다.
4	실험의 목적을 이해하는 데 약간의 도움을 필요로 한다. 교재를 따라 논리적인 작업을 하는 데 약간의 도움을 필요로 한다.	관찰과 측정이 일반적으로 만족할 만하나, 정확성이나 기록하는 데 약간의 오차를 수반한다.
3	실험의 의도를 이해하고 조직하는 데 도움을 요구한다. 결정적인 보조가 있을 때만 교재를 가지고 실험할 수 있다.	관찰과 측정에 적당한 주의를 하지 못한다. 어떤 관찰은 놓치고 측정엔 정확성이 부족하며, 기록엔 잘못이 있다.
2	실험의 목적을 이해하고 실험을 조직하는 데 많은 도움에 의존한다. 단순한 과정에서도 도움을 청한다.	관찰과 측정이 매우 부정확하다. 많은 관찰들이 빠지거나 기록되지 않는다.
1	실험의 목적을 이해하지 못하고, 실험 과정을 보여주어도 도움을 요청한다. 학생이 실험을 따라올 수 없다.	관찰과 측정이 일반적으로 부정확하고 믿기 어렵고, 기록되지 않는다.

4. 고등학교 화학과 평가 방향

1996학년도 고등학교 입학생부터 적용되는 현행 제6차 과학과 교육 과정에서는 화학 I, 화학 II에 대하여 다음과 같이 평가하도록 하고 있다.

1) 지식 뿐만 아니라 탐구 능력, 과학적인 태도, 실험 기능 등을 균형있게 평가하며, 특히 다음 사항에 주안점을 두어 평가하도록 한다. 아래에 ()는 화학 II에 해당되는 사항이다.

- (1) 화학에 관한 기본 개념의 유기적이고 통합적(체계적)인 이해
- (2) (관찰), 분류, (측정), 실험, (예상), 조사, 토의 등 탐구 활동의 수행 능력과 이를 실생활에서 화학과 관련된 문제 해결에 적용하는 능력
- (3) 학습 과정에서 계속 탐구하려는 의욕, 상호 협동, 증거를 존중하는 태도 등
- (4) 학습 내용과 관련 있는 참고 서적을 활용할 수 있는 능력
- (5) 실험을 수행하는 조작적 기능

2) 평가는 지필 검사, 관찰, 보고서 검토, 실기 검사, 면담, 의견 조사 등의 다양한 방법을 활용한다.

3) 평가의 타당도를 높이기 위하여 평가 도구를 개발하여 활용하도록 한다.

4) 평가는 설정된 기준에 근거하여 실시하고, 그 결과를 학습 지도의 계획 수립과 지도 방법 개선에 활용하도록 한다.

위에서 제시한 6차 교육 과정에서의 화학과 평가 방향에서도 관찰, 분류, 측정, 실험 등의 탐구 수행 능력과 학습자의 태도, 실험 수행의 조작적 기능 등을 주안점으로 하여 화학의 평가는 지필 검사, 관찰, 보고서 검토, 실기 검사 등 다양한 방법을 활용하고 평가의 타당도를 높이기 위하여 설정된 평가 기준에 의하여 평가하도록 하고 있어 실험 실습에 의한 평가 및 평가의 객관성을 중요시 하여야 함을 제시하고 있다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상 및 시기

탐구 능력을 정확히 측정하고 평가의 객관성을 유지하기 위하여 고등학교 화학과 실험·실습 평가가 학교 현장에서 어떻게 적용되고 있는가를 고찰하기 위해, 1997학년도 제주중앙여자고등학교, 서귀포여자고등학교, 전남여자고등학교, 경북여자고등학교, 괴산고등학교, 가락고등학교의 과학과 실험·실습 평가 규정을 조사 대상으로 하여 비교 분석하였다.

현장 적용이 용이한 평가 방안과 평가 척도를 알아보기 위하여, 실험·실습 평가 영역과 배점 비율은 제주중앙여자고등학교 과학과 실험·실습 평가 규정에 의해 연구자가 자체 제작한 각 영역별 평가 척도와 평가 방법을 사용하여 제주중앙여자고등학교 제2학년 인문계 5학급과 자연계 3학급을 대상으로 1997학년도 제1학기 및 제2학기에 시행한 모든 화학과 실험을 대상으로 조사하였다. 그 다음 학생들의 반응을 알아보기 위한 설문 조사는 1998년 2월에 실시하였으며, 실험 성적과 과학 성적을 비교하여 그 상관 관계를 알아보았다.

화학 실험 평가 척도와 평가 방법은 연구자의 교육 경험과 문헌 연구 및 동료 교사와의 토의에 의해 작성하였고, 그 주안점은 객관성을 유지하면서 쉽게 평가 교사가 수행할 수 있는 현장 적용의 용이성에 두었다.

2. 연구 절차

학교 현장에서 교사들이 쉽게 적용하여 학생들의 실험 능력을 평가할 수 있고, 신뢰도와 타당도가 높은 고등학교 화학과 실험 실습 평가 방안 및 평가 척

도를 제시하기 위하여 다음과 같은 방법과 절차에 의해 연구를 수행하였다.

- 1) 실험 실습 평가에 관한 학습 평가 이론과 선행 연구를 조사 분석하였다.
- 2) 실험·실습 평가에 관한 현황을 알아보기 위해 전국적으로 각 고등학교의 과학과 평가 규정을 조사하였다.
- 3) 각 학교에서 시행하는 과학과 실험·실습 평가에 관한 규정 중에서 실험 능력에 관한 영역과 영역별 배점 비율, 평가 방법과 평가 기준 등을 학교별로 비교 분석하였다.
- 4) 학교별로 분석한 실험 실습 평가 규정에 의해 현장 적용이 용이하고 객관성 있는 평가 규정을 만들 때 고려해야 할 사항을 고찰하고 검토하였다.
- 5) 피평가자의 반응, 실험 성적과 화학 교과 학업 성취도와의 상관 관계를 알아보기 위해 1년 동안 직접 수행한 모든 화학 실험을 대상으로 실험 평가를 각 평가 영역별로 자체 제작한 평가 지표에 의해 실시하였다.
- 6) 피평가자의 실험 성적과 화학 성적을 비교하여 그 상관 관계를 알아보고, 연구자에 의해 실험 평가를 받았던 학생들에게 설문지를 배부하여 학생들의 반응을 조사하였다.
- 7) 전국의 6개 고등학교의 실험 실습 평가 규정을 분석한 내용과 직접 실험 실습 평가를 적용하여 평가한 성적 및 피평가자의 반응을 종합적으로 고찰하여 학교 현장에서 적용 가능하고, 탐구 능력을 비교적 정확히 측정할 수 있으며 객관성이 높은 고등학교 화학과 실험 실습 평가 방안과 평가 척도를 제시하였다.

IV. 연구 결과 및 고찰

1. 실험 실습 평가 규정 분석

실험 실습 평가의 객관성을 유지하고 학교 현장에서 쉽게 적용할 수 있는 평가 척도와 평가 방안을 수립하기 위하여, 현재의 고등학교 실험·실습 평가는 어떻게 하고 있는가를 제주도를 비롯한 전국의 6개 고등학교에서 1997학년도에 적용한 과학(화학)과 실험·실습 평가 규정을 학교별로 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

1) A고등학교의 경우

A고등학교의 과학과 실험 실습 평가 규정은 지필 평가(중간 고사, 기말 고사) 200점, 실험 실습 평가 100점으로 배분한 다음 실험 실습 평가의 영역과 비율은 <표 IV-1>처럼 하고 있다.

<표 IV-1> A고등학교의 실험 실습 평가의 영역과 비율

영역	실험 보고서	교사 평정 (실험 태도, 기능, 과제)	실험 내용의 지필 평가	계
비율	30 ~ 70%	50% 이내	50% 이내	100%(100점)
방법	각 교과별로 실험 보고서를 포함한 2개 이상의 영역을 적용하여 100%(100점)로 산출한다.			

A고등학교의 경우는 실험 실습 평가를 교과 성적의 33%를 반영하고 있어 적절한 편이다. 그리고 <표 IV-1>에서 알 수 있는 바와 같이 교사의 판단에

의해 영역별 평가 비율을 유동적으로 적용할 수 있도록 하고 있다. 이는 학기별로 학습하는 단원의 교과 내용에 따라 탄력적으로 적용할 수 있으므로 평가 교사가 편리한 점은 있다. 그렇지만, 영역별 비율이 포괄적이어서 실험 능력 측정이 특정 영역에만 편중될 수도 있을 것이다. 그러므로 이에 대한 보완이 필요하다.

평가 영역에 따른 구체적인 평가 척도와 평가 방법에 대해서 알아보면 다음과 같다.

(1) 실험 보고서 평가

A고등학교는 실험 보고서 평가 척도를 <표Ⅳ-2>와 같이 규정하고 있다.

<표 Ⅳ-2> A고등학교의 실험 보고서 평가 척도

평가의 관점	등 급		
	A	B	C
1. 목표의 진술	바르게 진술했다.	대강 하였다.	불충분했다.
2. 실험 방법과 과정의 기록	체계적이고 조직적으로 기록하였다.	부분적으로 미흡하다.	전반적으로 미흡하다.
3. 실험 장치의 도해	명확하게 하였다.	불명확한 부분이 조금 있다.	성실성이 부족하고 난해하다.
4. 데이터 정리와 도표화	간명하게 나타내었다.	비교적 명확한 편이다.	부정확한 정도가 크다.
5. 해석 및 고찰	실험 결과에 대한 해석이 타당하다.	약간 부족하다.	대단히 부족하다.

<표 Ⅳ-2>와 같은 평가 척도에 의하여 다음과 같은 방법으로 실험 보고서를 평가토록 하고 있다.

가) 실험 후 즉시 제출된 실험 보고서를 평가함을 원칙으로 한다.

나) A, B, C 등급은 10:9:8로 하고, 실험에 참가하고도 보고서를 제출하지 않은 학생은 7로 평가한다.

다) 전입학 및 공가, 상고 등으로 실험에 참가하지 못한 학생은 직전 실험의 평가 등급으로 평가하며, 직전 실험이 없는 경우는 차기 평가와 같은 등급으로 평가한다.

라) 병결의 경우는 위 다)항과 같이 적용하되 A는 B로, B는 C로, C는 7로, 실험에 참가하고 보고서 제출을 하지 않은 경우는 5로 평정한다.

마) 실험에 따라 평가의 관점 중에서 2-3개 항목을 중심으로 평가한다.

바) 위 평가 관점 이외에 특별히 평가할 경우는 실험의 특징에 따라 지도 교사가 적용 등급을 정하여 평가한다.

사) 실험 보고서 평가에서 제외되는 보고서는 과제 평가로 처리할 수 있다.

위와 같이 A고등학교의 실험 보고서 평가는 최저점을 70%로 하고 있으므로 교사의 주관에 의한 학생들의 득점 격차는 최소화될 수 있을 것이다. 그리고 실험에 따라 평가 관점을 핵심이 되는 2~3개 항목을 중심으로 보고서 평가를 할 수 있으므로 평가 교사의 편이는 극대화되고 있으나, 평가 교사간의 객관성 유지의 문제가 있을 수 있다. 그러므로 동일 학년에 지도 교사가 복수일 때는 실험에 따른 핵심 관점을 통일시킬 필요가 있다. 또한 평가 관점을 2~3개로 하였을 때는 평가를 받은 다른 실험 능력 평가는 별도의 실험 보고서나 교사 평정 혹은 지필 평가로 하여야만 학생들의 탐구 능력 평가가 제대로 이루어질 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 전입학 및 병결, 공가, 상고 등으로 실험 실습에 참여하지 못한 학생들의 평가를 쉽게 할 수 있도록 구체화한 것은 바람직하다고 할 것이다.

(2) 교사 평정 평가

A고등학교는 실험 태도와 기능 및 과제를 교사 평정 평가로 하는데, 교사 평정 평가 척도는 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> A고등학교의 교사 평정 평가 척도

평가의 관점	등 급		
	A	B	C
1. 실험 기구의 사용과 취급	실험 기구의 이름과 용도를 바르게 알며 적절히 사용하고 안전하게 취급한다.	실험 기구의 용도와 사용법 및 취급이 부분적으로 미흡하다.	전반적으로 기구의 사용과 취급 방법이 미숙하다.
2. 실험 태도 및 자세	진지하고 탐구적이다.	탐구적 태도와 자세가 다소 결여되었다.	산만하고 바람직하지 못하다.
3. 실험 장치 꾸미기	바르게 꾸며져 있다.	부분적으로 미흡하다.	실험 목적에 부적합하다.
4. 실험 수행 능력	실험 과정에 따라 능숙하게 한다.	실험 수행 능력은 있으나 부분적으로 서투르다.	전반적으로 미숙하다.
5. 과제 제작의 성실성 및 체계성	성실하고 체계적으로 되었다.	체계적이긴 하나 성실성이 부족하다.	성실성과 체계성이 부족하다.

평가 관점에 따른 등급을 <표 IV-3>과 같이 삼등분하여 다음과 같은 방법으로 실험 태도와 기능 및 과제를 평가토록 하고 있다.

- 가) 실험 중 교사가 직접 A, B, C(10:9:8)로 평가하고, 과제의 경우는 제출 기간이 지나 제출한 것은 B이하의 등급으로 평가한다.
- 나) 조별 실험의 경우는 조별 공동 평가를 원칙으로 하나 타 조원들보다 특이하게 탐구 수행 능력이 뛰어나거나 부족한 학생은 다르게 평가한다.
- 다) 실험 태도와 기능 평정은 2-3개 항의 평가 관점을 중심으로 평가한다.
- 라) 전입학, 공가, 상고 등으로 평가받지 못한 학생은 실험 보고서 평가 방법 다)항을 적용한다.
- 마) 병결의 경우는 실험 보고서 평가 방법 라)항을 적용한다.
- 바) 위의 5개항 이외의 평가를 요하는 경우는 평가 대상에 따라 지도 교사가 적용 등급을 정하여 평가한다.

지금까지 알아본 실험 태도와 기능에 관한 A고등학교의 교사 평정 평가는 실험 주제에 따라 2~3개의 평가 관점에 의해 평가할 수 있어 평가 교사가 편

리한 점은 있으나, 실험 수행 능력에 관한 평가 관점은 포괄적이다. 그러므로 실험 수행 능력에 관한 체크리스트와 같은 구체적인 평가 지표를 실험 평가 실시 전에 교사가 제작하여 평가하는 것이 평가의 타당도와 신뢰도를 높이는 방법이 될 것이다. 그리고 과제 평가 기준은 포괄적이므로 상세하고 구체적인 평가 지표가 있어야 하겠다.

(3) 지필 평가

실험 수행 과정에서 측정치 못한 탐구 능력의 평가는 지필 평가를 사용하는 데, A고등학교는 다음과 같은 방법으로 평가토록 하고 있다.

가) 실험 지필 평가는 중간 고사 또는 기말 고사시 별도의 실험 문제를 출제하여 90% 이상 득점은 A(10), 80% 이상 득점은 B(9), 70% 이상 득점은 C(8), 69% 이하 득점은 D(7)로 평가한다.

나) 전입학, 공가, 상고 등으로 실험 보고서 평가와 교사 평정 평가를 받지 못한 학생은 실험 지필 평가로 환산하고, 실험 지필 평가도 받지 못한 경우는 정규 고사의 득점으로 환산하여 실험 실습 평가에 적용한다.

이상과 같은 A고등학교의 지필 평가 방법은, 다인수 학급에서 실험에 의한 탐구 능력 평가를 하려면 평가 시간 때문에 제한적일 수밖에 없기 때문에 지필 평가를 병행하는 것은 바람직하다고 하겠다. 그러나 탐구 과정 요소에 의한 구체적인 평가지표가 있어야 하겠다. 이것은 수행한 실험에 대한 구체적인 탐구 과정 요소 분류 및 평가에 관한 과학 교사의 인식이 수반되어야 한다.

그리고 과학 행사에 참여하여 입상한 학생들에게 부여하는 가산점은 공가에 의한 평가 규정과 같음으로 처리하고 있는데, 단순 참가자와 입상자를 구분해서 실험 평가에 고득점을 주는 방향으로 좀더 확대하고 구체화하는 것이 교육적으로 필요하다.

2) B고등학교의 경우

B고등학교의 과학과 실험·실습 영역별 평가비율은 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> B고등학교의 영역별 평가 비율

영역	정기 지필 평가	실험 실습 평가			계
		보고서	실험 기능 및 태도	과제	
비율	60 ~ 70%	30 ~ 40%			100%

B고등학교는 정규 고사(중간, 기말 고사)와 실험 실습 평가의 적용 비율을 유동적으로 하고 있어 편리하게 적용할 수 있으나 <표 IV-4>와 같이 실험 실습 평가를 한 영역에 치우쳐 평가할 수 있으므로 평가 교사는 실험전에 실험 실습 평가 영역별 비율을 세분한 것을 학생들에게 고지할 필요가 있다. 아울러 실험·실습 평가 영역이 적절하게 반영될 수 있는 평가 방안을 마련하여야 할 것이다.

B고등학교는 과학과 실험·실습 평가 규정에서 실험 보고서 평가 관점은 <표 IV-5>와 같이, 실험 기능 및 태도의 평가 관점은 <표 IV-6>과 같이 설정하고 있다.

<표 IV-5> B고등학교의 실험 보고서 평가 관점

평가의 관점	평가 등급		
	A(100%)	B(80%)	C(70%)
1. 목표의 진술	바르게 진술하였다.	대강하였다.	불충분하였다.
2. 실험 방법과 과정의 진술	체계적이고 조직적으로 기록하였다.	부분적으로 미흡하였다.	전반적으로 미흡하였다.
3. 실험 장치 도해	명확하고 성실히 되었다.	성실하나 난해한 부분이 있다.	성실성이 부족하고 난해하다.
4. 실험 결과 정리	오차가 적고 정확하다.	비교적 정확하나 오차가 크다.	오차가 크고 부정확하다.
5. 결과에 대한 해석, 분석 및 고찰	결론의 정리가 바르고, 고찰이 잘되었다.	결론 정리 및 고찰 내용이 약간 미흡함.	전반적으로 미흡하다.

<표 IV-6> B고등학교의 실험 기능 및 태도의 평가 관점

평가의 관점	평 가 등 급		
	A(100%)	B(80%)	C(70%)
1. 실험 기구의 사용과 취급	실험 기구의 이름과 용도를 바로 알며 적절히 사용하고 안전하게 취급한다.	기구의 명칭은 잘 아나 용도, 사용 방법 및 취급이 부분적으로 미흡하다.	전반적으로 기구 사용이 미흡하다.
2. 실험 태도 및 자세	진지하고 탐구적이다.	탐구적 태도와 자세가 다소 결여되어 있다.	태도와 자세가 산만하고 바람직하지 못하다.
3. 실험 장치 꾸미기	바르게 꾸며져 있다.	장치 조작이 부분적으로 미흡하다.	장치 조작이 서투르다.
4. 실험 수행 능력	실험 수행을 과정별로 바르게 한다.	실험 수행 능력은 있으나 과정에 따라 적절히 수행함이 서투르다.	실험 수행 능력이 전반적으로 부족하다.

이상과 같은 평가 관점에 의해 B고등학교는 다음과 같은 방법으로 실험·실습 평가를 하도록 하고 있다.

- (가) 실험 실습에 참여하고 실험 보고서를 제출하지 않은 경우 평가 배점의 50%를 부여한다.
- (나) 각종 과학 행사에서 입상한 학생은 실험·실습 평가에 대하여 가산점을 줄 수 있으며 그 비율은 지도 교사가 정한다.

지금까지 알아본 B고등학교의 실험·실습 평가 규정에 대해 고찰한 내용을 요약하면, ① 평가 등급을 A(100%), B(80%), C(70%)으로 하고 있어 A와 B 등급에 대한 배점 격차가 크다. ② 실험·실습에 참여하고도 보고서나 과제를 제출하지 않은 경우 배점의 50%를 부여함이 A고등학교 70%와 크게 다르며, ③ 과제 평가에 대한 구체적 평가 지표가 없다. 그리고 ④ 전입학, 병결, 공가, 상

고 등으로 실험 실습에 임하지 못한 학생들에 대한 처리 규정이 없어 보완이 필요하며, ⑤ 각종 과학 행사에서 입상한 학생들에 가산점 부여에 대한 구체적 방안 마련이 있어야 하겠다.

3) C고등학교의 경우

C고등학교의 과학과 평가 규정은 영역별 평가 방법과 배점을 <표 IV-7>과 같이 설정하고 있다.

<표 IV-7> C고등학교의 탐구 사고력 평가 배점

영역	이론 평가 (과학 지식)	실험 평가			계
		탐구 사고력	실험 기능	과학 태도	
평가 방법	지필	지필	보고서	학습 태도, 과제	100
배점(%)	80	20%			

<표 IV-7>에서 알 수 있는 바와 같이 C고등학교는 실험 평가의 반영 비율을 20%로 배정하고 있다. 이는 다른 고등학교와는 다르게 비교적 낮은 배점이다. 뿐만 아니라 실험 평가 중 탐구 사고력(지필 평가), 실험 기능(보고서 평가), 태도(과제, 학습 태도) 평가 배점이 구체화되어 있지 않다. 그러므로 교사의 편의에 따라 B 고등학교와 같이 일부 영역에 치우쳐 평가 할 우려가 있으므로 이에 대한 보완이 필요하다.

C고등학교의 실험 평가 영역에 따른 평가 방법을 알아보면 다음과 같다.

(1) 탐구 사고력 평가(지필 평가)

가) 탐구 사고력 평가는 기초 과학 실험에 관한 내용으로 이미 실시했거나 꼭 알아야 할 필수 내용을 출제한다.

나) 탐구 사고력 평가는 학기당 1회 이상 정기 고사시 별도로 출제된 문제로
이른 평가와 동시에 실시한다.

다) 탐구 사고력의 평가는 “실험 결과 해석 능력 및 종합 분석”을 기준으로
하여 평가한다.

(2) 실험 기능 평가(보고서 평가)

가) 실험 기능 평가(보고서 평가)는 학기당 1회 이상 실시한다.

나) 실험 과정 및 보고서 평가는 <표 IV-8>과 같은 영역별 평가 기준을 활용
하여 A, B, C 3단계로 평가한다.

<표 IV-8> C고등학교의 실험 기능(보고서) 평가 기준

평가 영역		평가 기준	평가 척도		
			우수	보통	미흡
실험 기능	보고서	실험에 필요한 기구와 재료를 알고 있는가?	A	B	C
		실험 목적, 내용 및 과정을 순서대로 표시하였 는가?			
		실험 결과 해석 및 종합 분석은 정확한가?			

(3) 과학 태도 평가

과제물의 이해와 충실도, 노트 정리, 과학 행사 참여도에 따라 A, B의 2단계
로 평가하며 과제 평가 기준은 <표 IV-9>, 학습 태도 평가 기준은 <표 IV
-10>과 같이 설정하고 있다.

<표 IV-9> C고등학교의 과제 평가 기준

평가 관 점	평가 기준	
	A	B
과제 처리 능력	창의성이 풍부하며 스스로 생각한다.	창의성이 없고 모방하였다.
과제 해결을 위한 준비 자료	다양하고 적절하다.	미흡하다.
과제 수행의 성실성	매우 성실하게 수행한다.	스스로 해결하지 않는다.
새로운 문제의 발견	새로운 의문을 제기한다.	발견한 것이 별로 없다.

<표 IV-10> C고등학교의 학습 태도 평가 기준

평가 관 점	평가 기준	
	A	B
과학 행사 참여도	적극 참여한다.	참여하지 않는다.
노트 정리 및 활용도	노트 정리를 충실히 하고 적극 활용한다.	성실성이 보이지 않고 미흡하다.

지금까지 알아본 C고등학교 실험 평가 영역에 따른 평가 방법을 고찰해 보면, 실험 기능과 과학 태도의 평가 척도는 비교적 명확하게 진술되어 있다. 그렇지만, 과학 행사 참여도만을 평가 관점으로 제시하여 과학 행사 입상자에 대한 부가점 규정이 없다. 그리고 학생의 탐구 능력을 다양한 방법으로 평가할 수 있도록 과제나 학습 태도까지 객관성 있는 평가 방법과 평가 척도를 제시하고 있어 타당도와 신뢰도가 높다고 볼 수 있다. 그러나 평가 교사가 실제 현장에서 실시하려면 많은 시간이 소요될 것이다.

그리고 C고등학교의 실험 기능 및 과학 태도 평가 척도의 점수화 기준은 <표 IV-11>과 같은데, 영역별 등급을 A, B, C와 A, B를 이원화함과 등급별 일정 점수를 제도화하여 객관성이 있다고 할 수 있다. 학기별 1회 이상의 실험

평가 점수를 산출하므로 교과 진도의 내용에 따라 실험 평가 영역을 적절히 적용시킬 수 있는 장점이 있는 반면, B고등학교와 같이 실험 실습에 참여하지 못한 학생들에 대한 처리 규정이 없다는 문제점이 있다.

<표 IV-11> C고등학교의 평가 척도의 점수화 기준

영역 배점 \ 척도	A	B	C
10	10	9	8
5	5	4	3
10	10	9	
5	5	4	
4	4	3	
3	3	2	
2	2	1	

4) D고등학교의 경우

D고등학교의 과학과 실험·실습 평가 기준은 다음과 같이 일반 사항, 평가 방법 및 성적 반영, 평가 기준에 대하여 규정하고 있다.

(1) 일반 사항

- 가) 실험(실습)에 성실히 임하고 보고서를 성실히 작성하여 제출한 학생에게는 70% 이상의 점수를 부여한다.
- 나) 실험(실습)에 참여하고 부득이한 사유로 보고서를 제출하지 않은 학생은 기본 점수(70%)를 부여한다.
- 다) 실험(실습)에 참여하지 못한 학생은 1회에 한하여 재실험(실습)의 기회를 부여하고, 당해 학기간 실험(실습) 및 재실험(실습)에 무단으로 참여하지 않은 학생은 0점으로 처리한다.
- 라) 과학 경시 대회, 컴퓨터 경진 대회, 학생 발명품전, 학생 상설 실험실 참가, 과학 도서 독후감 등 과학 관련 교내외 대회에서 입상한 학생은 해당

학기 과학 과목 실험(실습)성적을 공히 100%를 부여한다.

마) 위 규정 이외의 사항은 성적 관리 규정이나 교과 협의회의 결정에 따른다.

(2) 평가 방법 및 성적 반영

가) 평가 방법은 실험(실습) 활동과 실험(실습) 보고서의 내용을 채점하여 평가함을 원칙으로 한다.

나) 필요하다고 인정될 경우 탐구 능력 평가 문항에 의한 지필 평가, 학습 과제에 의한 평가 등으로 대신할 수 있다.

다) 실험 실습 평가 적용 학년은 1, 2학년으로 매학기 기말 고사시에만 적용한다.

라) 매학기 기말 고사시 20%(20점)를 실험(실습)성적으로 반영한다.

(3) 평가 기준

과학과 실험·실습에 대한 평가기준은 <표 IV-12>와 같다.

<표 IV-12> D고등학교의 실험(실습) 평가 기준

세주대학교 중앙도서관 ※ ()속은 배점

평가영역	평가	평 가 기 준
지식 이해 영역 (5)	상 (5)	실험 목적을 분명히 파악하고, 준비 태세도 잘 되어 있다.
	중 (4)	실험 목적 파악과 준비 태세 중 어느 한쪽이 미흡하다.
	하 (3)	실험 목적 파악 능력이 부족하고, 준비 태세도 미흡하다.
탐구 과정 영역(10)	상(10)	실험 계획 수립 및 실험 과정이 정확하거나 창의적이다.
	중 (9)	실험 계획 수립이나 실험 과정 중 어느 한쪽이 미흡하다.
	하 (8)	실험 계획 수립과 실험 과정 모두 미흡하다.
정의적 영역(5)	상 (5)	실험에 적극 참여하고 보고서 작성 및 뒷정리를 잘한다.
	중 (4)	적극 참여하고 뒷정리를 잘하나 보고서 작성이 미흡하다.
	하 (3)	적극성, 보고서 작성, 뒷정리 중 2개 항목 이상이 미흡하다.

지금까지 알아 본 D고등학교의 평가 기준을 다른 고등학교와 비교 분석한

것을 요약하면 다음과 같다.

- 가) 실험 참가 학생의 최저점을 70% 부여하고 학기별 실험 점수 1회 산출 등은 A 고교와 같으며 과학과 성적 중 실험 실습 평가 성적을 20% 반영함은 C 고교와 같다.
- 나) 지식 이해 영역 5점, 탐구 과정 영역 10점, 정의적 영역 5점으로 평가 영역별로 실험 실습 평가를 차등화 함이 특색이다.
- 다) 실험 실습에 참여하지 못한 학생들에게 재실험 실습의 기회를 부여함은 A 고교와 부분적으로 유사하나 구체적인 방안 제시와 보완이 필요하다.
- 라) 영역별 평가 기준에 대한 구체적 평가 항목이 미흡한 편이다.

5) E고등학교의 경우

E고등학교의 과학과 평가 규정은 이론 평가 50%, 실기 평가 40%, 과제 평가 10%의 비율로 배점하도록 하고 있고 학기당 실험 및 과제 평가는 2차(회) 평가에 의해서 실시하도록 하고 있다. 그렇지만 3학년 2학기 실험 성적 평가는 학교 교육 운영상 이론 평가로 대체 할 수 있도록 하고 있다. 실기 평가는 실험 과정 및 태도, 기능, 실험 보고서, 과제물 영역으로 구분하여 <표 IV-13>과 같은 실기 평가 기록 카드에 있는 평가 기준에 의해 평가 결과를 학생별로 기록토록 하고 있다. 그리고 과제물은 평상시나 휴가중 과제로 평가 할 수 있고, 과학 행사에 실적이 있는 자는 과제 점수를 만점(10점)으로 처리하도록 하고 있다.

이상과 같이 알아본 E고등학교의 평가 규정을 다른 고등학교와 비교 분석한 것을 요약하면 다음과 같다.

- 가) 실기 평가(40%)와 과제(10%)로 하여 실험 실습 평가의 성적 반영을 50%로 높게 반영하고 있다.
- 나) 실험 과정(방법·태도) 20점, 기능 10점, 실험 보고서 10점, 과제물 10점으로 영역별로 구체적인 점수를 배정함이 타 고교와 다르다.
- 다) 영역별 평가 기준이 구체화되어 있어 비교적 객관적인 평가를 할 수 있으

나 주당 수업 시수 등에 의한 교과와 단원의 학습 내용에 따라 실험 학습의 기회가 많기도 하고 적기도 하므로 중간 고사와 학기말 고사에 실험 과정, 기능, 실험 보고서, 과제물의 4개 영역을 모두 평가한 후 실험 성적을 산출하여 적용하기는 어렵다.

라) 각 영역 모두 상, 중, 하로 평가하고 실험 과정을 제외한 등급별 비율을 100%, 80%, 60%로 하고 있어 등급별 격차가 다소 크다

마) 실험 실습에 참여하지 못한 학생들과 각종 과학 관련 행사에 참여하는 학생들에게 적용하는 항목 보완이 요구된다.

<표 IV-13> E고등학교 실기 평가 기록 카드

영역별 배점	등급별 배 점	평 가 기 준	학년 학기	
			1 차	2 차
실험 과정 (방법태도) (20점)	상 (20)	<ul style="list-style-type: none"> * 실험 주제를 완전 파악하고 있다. * 실험 순서대로 시행한다. * 실험 내용을 빠짐없이 관찰 기록한다. * 의욕적이고 적극적이다. * 기구를 소중히 다루고 뒷정리를 한다. 	20	20
	중 (18)	<ul style="list-style-type: none"> * 실험 주제를 잘 모른다. * 실험 순서대로 시행하지 못한다. * 실험 내용 중 대략적인 것만 기록한다. * 의욕적이나 수동적이다. * 기구를 소중히 다루지 않고 뒷정리가 미흡하다. 	18	18
	하 (16)	<ul style="list-style-type: none"> * 실험 주제를 전혀 모른다. * 실험 순서가 전혀 맞지 않는다. * 실험 관찰 내용을 전혀 기록하지 않는다. * 의욕이 없고 소극적이다. * 기구를 아무렇게나 다루고 뒷정리를 하지 않는다. 	16	16

6) F고등학교의 경우

F고등학교는 과학과 평가 방법과 반영비율을 <표 IV-14>와 같이 규정하고 있다.

<표 IV-14> F고등학교의 평가 방법과 반영 비율

평가 방법	평가 유형	반영 비율	실시 시기	비 고	
지필 평가	절대 평가 소점 평가	80%	매학기 기말 고사		
실험 평가	절대 평가 4단계 평가	20%			
	단계			비율(%)	
	A			100	
	B			80	
	C			70	
	D	60			
계		100%			

F고등학교의 실험 실습의 평가 항목은 실험 보고서 작성 능력 40%, 실험 데이터의 정확성 30%, 실험 태도 및 실험 기능 30%로 하고 평가 방법으로는 20점 만점의 4단계 평가에 의한 A (우수 : 20점), B (보통 : 18점), C (불량 : 16점), D (보고서 미제출 : 14점), E (무단, 결과, 실험 태도 불량시는 0점 처리도 가능함)로 설정하고 있다. 그리고 실험 실습 평가는 여러 번 실험한 것 중 개인 격차가 가장 적은 것을 골라 실험 점수에 반영하며 불가피한 경우 실험 평가는 지필 고사의 실험 문항으로 대체할 수 있도록 하고 있다.

이상과 같이 알아본 F고등학교의 평가 규정을 현장 적용 용이도 중심으로 비교 분석한 것을 요약하면 다음과 같다.

가) 실험 실습 평가의 반영율 20% 함은 C, D고등학교와 같고 A, B, C등급별 평정을 20:18:16으로 함과 학기별 1회 실험 실습 평가 점수의 산출은 A고등학교 등과 같다.

나) 실험 평가를 지필 고사의 실험 문항으로 대체할 수 있으므로 경우에 따라 지도 교사가 쉽게 적용할 수 있다.

다) 한 학기에 가장 개인차가 적은 실험을 택하여 실험 점수에 반영함은 특이하다.

라) 각종 과학 행사에서 입상한 학생들에 대한 특전과 실험에 참여하지 못한 학생들에 대한 적용 방안이 없다.

지금까지 전국의 6개 고등학교 과학과 실험·실습 평가 규정을 학교별로 알아보았다. 학교의 여러 가지 교육 여건을 고려하여 마련된 규정이지만, 평가규정은 학교에 따라 차이가 많다. 고등학교 내신 성적이 대학 입시에 반영되는 현실적 여건에서는 실제로 평가 교사가 적용할 때는 편리하고 평가 결과의 객관성이 확보되어야 한다. 이런 관점에서 현재 각 고등학교에서 시행하고 있는 실험·실습 평가 규정은 현실에 부합되게 수정되어야만 한다.

현재 시행되고 있는 고등학교 화학과 실험·실습 평가 규정의 개선점을 알아보면 다음과 같다.

첫째, 고등학교 과학은 실험·실습 평가를 배점하도록 의무화하고 있다. 이 규정은 학교에 따라서는 중간 고사와 기말 고사에만 각각 반영토록 하고 있다. 고등학교 화학은 많아야 주당 2시간 이내로 시간 배정이 되어 있고, 학교에 따라서는 중간 고사나 기말 고사 범위 내에 실험을 하지 않거나, 실험을 하더라도 한 두개의 실험에 불과하여 실험 성적을 모든 실험·실습 평가 영역을 적용하여 산출한 평가는 현실적으로 어려움이 많다. 그래서 평가 규정을 이용한 타당성 있는 실험 능력 측정이 되지 못하고 교사 주관에 의해 실험·실습 평가를 하는 경우도 있다. 이것은 평가의 객관성에도 문제가 될 수 있다. 그러므로 실험·실습 평가는 한 학기 내에 실험한 모든 주제에 대해, 기말에 별도로 성적을 산출하여 성적에 반영하는 것이 학생들의 실험 능력을 평가 영역에 따라 제대로 측정하는 방법이 될 것이다. 이를테면 중간 고사 100점, 기말 고사 100점, 실험·실습 성적 100점으로 하여 평균 점수를 그 학기 교과 성적으로 하는 방법이다.

둘째, 한 학기동안 실험한 모든 실험 주제에 대해 각각의 실험 보고서 평가, 실험 기능 및 태도 그리고 과제 평가, 실험 지필 평가를 하는 것은 다인수 학급에서는 시간이 너무 많이 소요되고 교사 업무만 과중되며, 주당 2시간의 수업시간으로는 수업 운영을 할 수 없다. 그리고 실험 주제에 따른 탐구 능력은 서로 다를 수도 있기 때문에 한 학기 3개 이상의 실험에 대하여 평가 영역을 분리해서 적용한 실험 평가를 하도록 하고, 평가 영역별 배점 비율을 구체화한 평가 규정을 만들 필요가 있다.

셋째, 과학 행사에 참여하고, 입상한 학생들에게 부여하는 실험·실습 성적을 구체화하여 학생들에게 고지하고 반영하는 것이 과학 행사에 참여율을 높이고 객관성 있는 평가 방법이 될 것이다.

넷째, 실험·실습 평가 영역별 평가 척도를 구체화하고, 평가 교사가 실험 평가 전에 제작하여 평가하도록 규정화하는 것이 객관성이 높아 질 것이다. 그리고 평가 척도에 의한 등급별 점수차는 최소화하는 것이 교육적으로 바람직하다고 할 것이다.

다섯째, 실험·실습 평가에 관한 상시 과학 교사들의 협의가 필요하며, 평가 교사가 복수일 때는 평가 관점을 통일시켜야 학년 전체의 객관성이 유지될 것이다. 이에 대한 교사들의 인식 제고를 위한 특별 연수도 필요하다고 하겠다.

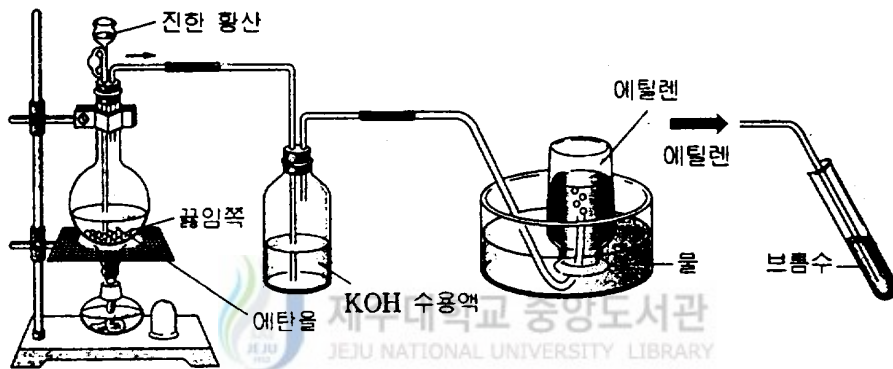
2. 실험 실습 평가 규정과 적용

평가 교사의 편이도를 극대화하면서 학생들의 실험 능력을 평가하였을 때, 피평가자인 학습자는 타당도와 신뢰도 및 객관성에 대해서 어떻게 생각하는 지를 알아 볼 필요가 있다. 그래서 각 평가 영역별로 구체적인 평가 지표를 작성하여 실험하고 난 후, 실험 평가를 하고 피평가자의 반응을 조사하였다. 여기에서는 A고등학교의 평가 규정에 의해 실제로 1997학년도에 A고등학교에 적용한 결과를 알아보겠다.

1) 실험 보고서 평가

연구자가 학생들이 제출할 실험 주제를 선정하여 실험 보고서를 작성해 본 다음, 실험 학습 목표에 알맞은 구체적인 평가 척도를 정하여 평가하였다.

실험 주제는 에틸렌의 제법과 성질(<그림 2> 참조)로 정하고, 구조화된 실험 평가를 위해 실험 과정에 기록하여야 할 주요 내용이 제시된 실험·관찰 보고서(<부록 1> 참조) 용지를 학생들에게 배부하여 실험 수행 후 보고서를 제출하게 하였다. 그리고 피평가자인 한 학생이 실제로 작성하여 제출한 보고서는 <부록 1>의 고딕체 내용이다.



<그림 2> 에틸렌의 제법과 성질

실험 관찰 보고서는 실험하면서 작성하여 실험 시간 내에 제출하도록 하고 <표 IV-15>와 같이 평가 기준을 설정하여 평가하였다. 그리고 조별 공동 실험으로 인한 개인차를 평가하기 위하여 실험 과정, 데이터 정리, 고찰 등은 토의 과정을 거쳐 공동 작성하도록 하고 실험 목표와 환경, 유의 사항과 반성 및 기타는 각자가 별도로 작성토록 하였다.

<표 IV-15> 에틸렌의 제법과 성질에 관한 실험 보고서 평가 지표

- 1) 실험 목표와 환경의 작성 : 2.5점
 - 목표 제시 1점, 기온, 기압, 습도의 기록 각 0.5점
- 2) 유의 사항 제시 : 3점(실험과 관계 없는 내용 기록은 제외)
 - “적정 온도 (170~180℃)를 유지한다”를 포함하여 4종 이상 기록한 경우 : 3점
 - 3종 기록 : 2점
 - 1~2종 기록 : 1점
 - 기록하지 않음 : 0점
- 3) 실험 과정, 데이터 정리, 고찰, 결과 정리 : 7점
 - 에틸렌의 생성 반응식 : 2점
 - 그 외 5주제 : 각 1점
- 4) 반성 및 기타 : 1점
 - 기록한 경우 : 1점
 - 기록하지 않거나 조별 공동 기록한 경우 : 0점
- 5) 평정
 - 위의 4영역 합계 13.5점에서 득점에 따라 다음과 같이 평정하였다.
 - 12.5점 이상 : A
 - 12 ~ 11점 : B
 - 10.5점 이하 : C
 - 참여하고 미제출 : D

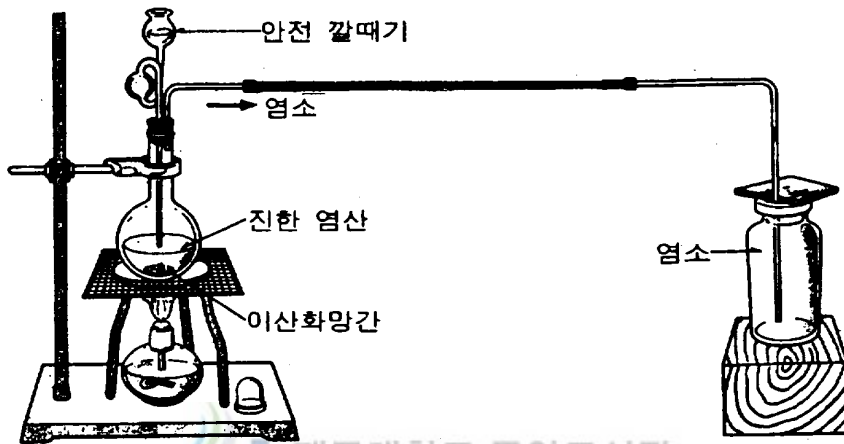
A고등학교 2학년 자연계 3학년 140명에 대하여 이와 같은 방법으로 실험보고서를 평정한 결과는 A는 49명, B는 63명, C는 28명으로 나타났다.

2) 교사 평정 평가

실험 수행 능력 및 태도에 관한 교사 평정 평가를 위해 연구자가 실험 안내서를 작성하여 배부한 다음 조별 공동으로 실험 장치를 꾸미고 실험하도록

하였다. 그런 다음 연구자가 조별로 순회하면서 미리 작성된 평가 척도에 따라 평가하였다.

실험 주제는 <그림 3>과 같은 염소의 제법과 성질에 관한 것으로 하고 실험 수행 능력 및 태도 평가의 체크 리스트(<부록 2> 참조)를 작성하여, 체크리스트에 제시된 8개의 각 항목을 A는 3점, B는 2점, C는 1점으로 한 다음 만점을 24점으로 하고 22점 이상은 A, 20~21점은 B, 19점 이하는 C로 판정하였다.



<그림 3> 염소의 제법과 성질

이와 같은 방법으로 A고등학교 2학년 자연계 3학년 24개조의 실험 수행 능력 및 태도의 교사 평정 결과는 A는 8개조, B는 12개조, C는 4개조로 평가되었다.

과제 평가에 관한 교사 평정 평가는 <표IV-16>의 평가 규정에 제시된 바와 같이 학생들의 제출하는 과제에 대하여 과제 작성의 성실성 및 체계성을 중심으로 과제의 성격과 특성에 따라 평가 척도를 만들어 평가하였다. 과제 내용은 “생활 과학 아이디어 디자인”하여 제출하기이며, 평가 항목과 방법은 다음과 같다.

<표 IV-16> 과제 평가 기준

등 급	내 용
A	<ul style="list-style-type: none"> · 유사성이 비교적 적고 성실하고 체계적이다. · 유사성은 있으나 새롭게 창조하였다.
B	<ul style="list-style-type: none"> · 유사성이 부분적으로 있고 성실하나 체계성이 부족하다. · 유사성이 있고 새롭게 창조하였으나 미흡하다.
C	<ul style="list-style-type: none"> · 타학생을 모방하였고 유사한 내용이다.
D	<ul style="list-style-type: none"> · 타학생을 모방하였거나 기존의 내용과 같다.

1997학년도 과학의 달을 맞이하여 2학년 인문계 244명에게 부여한 상기 과제물에 대해 제시된 평가 척도로 평가해 보았더니 A는 55명, B는 148명, C는 39명, D는 2명으로 나타났다.

3) 실험 지필 평가

1997학년도 1학기 중에 실험한 모든 내용에 대하여 기말 고사시 별지에 실험에 관한 문제(<부록 3> 참조)를 출제하여 90% 이상 득점은 A, 80~89% 득점은 B, 70~79% 득점은 C, 70% 미만 득점은 D로 평가하였다. 인문계 5개반 244명에 대하여 <부록3>과 같은 지필 검사를 위의 평가 방법에 의하여 평가한 결과는 A는 73명, B는 52명, C는 37명, D는 82명이었다.

이상에서와 같이 구체적인 평가 척도를 작성하여 학생들의 실험 능력을 평가한 것은 신뢰도와 타당도가 있어야 하며, 무엇보다도 객관성이 유지되어야 한다. 이런 점을 알아보기 위해 실험 실습 평가가 학업 성취도 판정에 미치는 영향에 대해 분석해 보았다.

1997학년도 2학년 자연계 학생 140명에 대하여 치루어진 중간 고사와 기말 고사의 평균 점수는 63.8점이었으며, <부록 4>와 같은 방법으로 평가된 실험 평가의 평균점은 92.8점으로 나타났다.

실험 평가를 반영하지 않고 중간 고사와 기말 고사로 화학 교과 성적을 산출했을 때 즉, 지식 영역만의 성취도 판정과 실험 평가를 합산하여 지식 영역과

실험 능력을 측정된 화학 교과 성취도를 판정하였을 때를 비교해 보면, 일부 학생들의 성취도 판정에 변화가 있었다. 화학 지식만을 측정했을 때 보다 종합적인 화학 지식과 탐구 능력이 '우'에서 '수'로 2명, '미'에서 '우'로 3명, '양'에서 '미'로 4명, '가'에서 '양'으로 3명이 상승하여 총 12명(8.6%)의 성취도가 높아졌고, 반면 중간, 기말 고사만으로 성취도를 산출하면 '수'에서 '우'로 2명, '우'에서 '미'로 1명의 성취도가 낮게 판정되어 총 3명(2.1%)의 성취도가 낮아졌다. 이와 같이 실험 평가에 의하여 학생들의 성취도 판정은 비교적 낮은 비율로 높아지고 있다. 그러나 성취도 판정은 평균점에 의한 상대 평가임으로 학교, 학년, 학기, 과목에 따라 위와 같은 결과는 달라질 수도 있을 것이다. 이것은 지식 영역의 평가만으로 학생들의 성적을 판정할 수 없음을 나타내고 있다. 그러므로 반드시 실험·실습 평가 영역별에 따른 평가에 의해 종합적인 성취도 판정을 하여야만 교과 성적의 신뢰도와 타당도가 확보될 것이다.

3. 피평가자의 반응 분석

1997학년도 A고등학교 2학년 자연계에 실험 실습 평가를 시행한 내용은 1학기 중 기능 평가(개인별 유리 세공) 1회, 실험 보고서 평가 2회(화학 반응에서의 양적 관계, 알칼리 금속), 실험 지필 평가 1회로 총 4회를 실시하였다. 2학기에는 실험 보고서 평가 2회(할로젠 분자의 성질 비교, 에틸렌의 제법과 성질), 교사 평정 평가 1회(연소의 제조와 성질 실험의 장치 꾸미기), 실험 수행 능력과 태도(연소의 제법과 성질), 과제 평가 1회로 총 4회 실시한 결과에 대하여 <부록5>의 설문지로 140명 학생들의 반응을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가) 실험 실습 평가를 학기별 100점으로 하여 적용함에 있어서 그 비율에 대하여 긍정적으로 생각하는 학생이 77명(55%), 부정적으로 생각하는 학생이 15명(10.7%)으로 나타났다.
- 나) 실험 실습에 참여한 학생에 대하여 최하점을 70% 부여함에 대하여 긍정

- 적으로 보는 학생은 79명 (56.4%), 부정적으로 생각하는 학생은 24명 (17.1%)으로 조사되었다.
- 다) 실험 실습 평가의 등급을 A, B, C, D로 하고 그 점수 비율을 10 : 9 : 8 : 7로 함에 대하여 바람직하다고 보는 학생은 98명(70%)이나 바람직하지 못하다고 보는 학생들은 12명(8.6%)이어서 10% 비율의 평가 단계별 배점 비율에 대하여 대부분 학생들은 만족스럽게 생각하고 있다.
- 라) 실험 실습 평가의 적용을 실험 보고서 평가(30%~70%), 교사 평정 평가(50% 이내), 실험 지필 평가(50%) 이내로 평가에 대하여 적절하게 생각하는 학생들은 67명(47.9%)이었고 부적절하다고 보는 학생들은 31명(22.1%)으로 나타났고 부적절하다고 생각하는 학생들 중 보고서 평가의 비율을 높여야 한다 14명, 교사 평정 평가의 비율을 높여야 한다는 학생이 9명, 실험 지필 평가의 비율을 높여야 한다는 학생도 6명이 되었다.
- 마) 실험 평가의 학기말 성적 산출은 실험 보고서와 교사 평정 평가 및 지필 평가의 3영역 중 최소 두 영역 이상으로 평가함이 적절하다고 보는 학생들은 61명(43.6%)이고 20명(14.3%)의 학생들은 부적절하다고 여기고 있었고 또한 2학기에 실시한 실험 보고서 평가 2회, 과제 평가 1회, 교사 평정(실험 수행 능력) 1회를 평가하여 전체 4회로 평가한 것에 대하여는 87명 (62.1%) 학생들이 적절한 평가 방법으로 보고 있었다.
- 바) 실험 보고서 평가의 경우 실험 목표 제시, 실험 환경의 기록, 실험 데이터 및 결과 정리 등을 점수화하여 A, B, C등급을 평정함에 대하여 88명 (62.9%)의 학생들이 적절한 평가 방법으로 보고 있었다.
- 사) 개인별로 유리관을 세공하여 제출한 후 잘됨(A), 보통(B), 잘못됨(C)의 비율이 약 1 : 2 : 1로 이루어진 기능 평가에 대하여 63명(45%)의 학생들이 긍정적 반응을 보였다.
- 아) 염소의 제법과 성질 실험에 대하여 실험 수행 능력의 교사 평정 평가에서 실험 장치 조작 상태 등에 8개의 영역을 각각 A(3), B(2), C(1) 등급으로 하여 24점 만점으로 하고 잘됨(22점 이상, A), 보통(20~21점, B), 잘못됨

(19점 이하, C)와 같은 방법으로 평가함에 대하여 94명(67.1%) 학생들이 긍정적인 방안으로 보고 있었다.

자) 1학기에 실시한 지필 평가에 대하여 60명(42.9%) 학생들은 필요하다고 생각하고 있었으며 38명 (27.1%)의 학생들은 불필요하다고 생각하고 있었다. 필요하다고 보는 60명의 학생들 중 39명은 그 필요성은 개인차를 잘 측정할 수 있는 방안이라고 응답하였다.

차) 조별 공동 실험의 경우도 보고서 제출에서 실험 데이터, 결과 등의 정리를 제외한 실험시 유의 사항과 반성 및 기타 등은 각자 정리하도록 하여 같은 조에서도 차등 평가함에 대하여 67명(47.9%)은 좋은 방법으로 생각하고 있었으나 47명(33.6%) 학생들이 부적절하다고 응답하였고 1년 동안 담당 교사의 주관에 의한 8회의 실험 실습 평가에 대하여 66명(47.1%)의 학생들이 긍정적인 반응을 나타냈고 32명(22.9%)의 학생들은 부적절하게 생각하는 것으로 조사되었다.

본 연구자가 제작한 평가 척도와 평가 방법 및 성적 반영 비율에 대해서 피평가자인 학생들은 ① 한 학기 실험한 내용 중심으로 한 실험·실습 평가와 성적 반영 비율의 타당성을 인정하고 있으며, ② 실험·실습 평가 영역별 균형 있는 평가와 평가 도구의 다양화를 원하고 있다. 그리고 ③ 평가 등급의 최소화가 필요하고, ④ 조별 실험에서의 개인 평가 방법의 다양화가 실험 보고서 평가와 지필 평가시에 반영되어야 한다고 하고 있으며, ⑤ 구체적인 평가 지표에 의한 교사 평정의 신뢰도를 인정하고 있다.

4. 실험 실습 평가 방안 및 척도

고등학교에서 실험 실습과 그 평가는 과학 교육 활동에서 교육 목표 달성을 위해서도 그 무엇보다도 중요하다. 그러나 지금까지 알아 본 바와 같이 교사의 주관에 의하여 실험 실습의 평가가 이루어질 수 있으므로 객관성이 뚜렷이 나

타나도록 평가 규정을 만들어 평가하는 것이 바람직하다. 그러므로 실험·실습 평가 각 영역별로 객관성이 유지될 수 있고, 평가 교사가 적용하기에 편리한 평가 방안과 평가 척도를 제시하면 다음과 같다.

1) 실험 실습 평가의 영역과 평가 방법

실험 실습의 평가는 지식 및 탐구 수행 능력 등의 인지적 영역과 태도 등의 정의적 영역 및 과제 평가를 하여야 학생들의 탐구 능력을 제대로 평가할 수 있다. 이들에 대한 평가 방법으로는 보통 지식의 평가는 지필 검사, 보고서 평가 등으로, 탐구 수행 능력의 평가는 실기 검사, 관찰 보고서 검토 등으로, 태도의 평가는 관찰, 면담, 과학 독후감 검토 등으로, 과제 평가는 과제물의 검토 등으로 할 수 있다. 이에 대해 학교 현장에서는 평가 기술과 방법 또는 평가 시간 문제 등으로 인해 모두 적용할 수 없다. 그러므로 실험·실습 평가 영역을 다음과 같이 3영역으로 나누어 평가하는 것이 교사들이 적용하기가 편리할 것이다.

- 실험 보고서 평가 : 실험 수행의 기초 지식 및 실험 대상과 변화의 측정 능력, 데이터 처리 능력, 문제 파악 능력 등의 탐구 수행 능력
- 교사 평정 평가 : 실험 설계 능력, 안전 조작 능력 등의 실험 수행 능력과 태도 및 과제 평가
- 지필 평가 : 실험 수행의 지식, 측정치의 응용 능력 및 실험 데이터의 분석 능력 등의 탐구 수행 능력 중 실험 보고서로 평가치 못하는 종합적 탐구 능력

2) 실험 실습 평가의 방안

실험을 할 때마다 실험 보고서 평가, 교사 평정 평가, 지필 평가 모두를 적용하여 평가함은 다인수 학급 운영과 실험의 준비, 평가, 정리 등의 교사 업무로 볼 때 어려운 것이 고등학교의 현실이다. 그러므로 실험·실습에 따라 보고서 평가와 교사 평정 평가 중 어느 한 평가를 적용하여 실행함이 바람직하다.

그리고 지필 평가는 일정 기간 시행한 실험 실습에 대하여 전반적인 내용을 지필로 평가하는 방법이 좋을 것이다.

(1) 실험 보고서 평가

실험 수행에서의 기온, 습도, 실험 목표의 제시, 유의 사항의 기록 등과 실험 과정, 관찰한 내용 및 결과 처리, 결론 도출, 그리고 실험 후 실험에 관련되는 내용 또는 실험 수행에서의 느낀점, 실패한 점 등을 기록하도록 하는 반성과 기타의 각 항목을 점수화하여 취득 점수에 따라 평가 등급을 판정한다. 그리고 대부분의 경우 6명 1조의 공동 실험을 하므로 같은 조에서도 개인차를 나타내기 위하여 실험의 과정과 관찰한 내용, 데이터 취득 및 결과 처리, 결론 도출 등을 제외한 즉, 실험 목표의 제시, 실험 환경의 기록, 실험시 유의 사항 및 실험 후 반성 및 기타는 각자가 작성토록 한다.

실험의 실시되고 실험 보고서 제출은 그 시간에 이루어져야 되므로 실험 안내서나 실험 안내가 간략하게 된 실험 보고서를 실험 직전에 학생들에게 배부하는 것이 좋다.

(2) 교사 평정 평가



교사 평정은 실험 기구 다루기, 실험 장치의 조작, 실험 실시 능력 등의 탐구 수행 능력을 위주로 하여 평가하게 되므로 교사 평정 평가의 대상이 되는 실험의 평정 요목을 최소 5항 이상 만들어 구체적인 판정 척도를 설정하고 점수화하여 실험 보고서 평가처럼 함이 바람직하다.

그리고 과제 평가도 지도 교사가 몇 가지 평가 항목과 평가 척도를 작성하여 그 기준에 의하여 평가한다.

(3) 실험 지필 평가

한 학기 동안 실시한 실험에 대하여 전반적인 사항을 기말 고사시 별지에 실험 평가 문제를 만들어 실시하고 판정 기준을 설정하고 취득 점수에 따라 평가

한다.

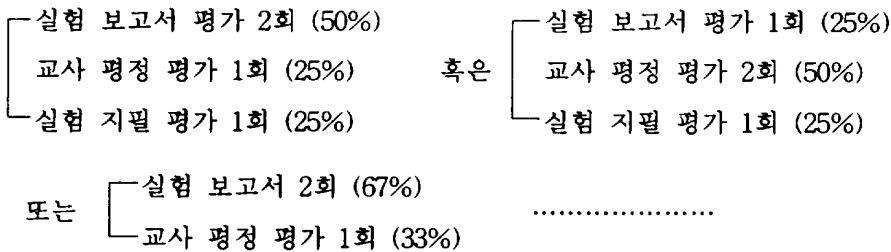
3) 평가의 등급 판정과 득점비

학교에 따라 혹은 평가 영역에 따라 다르게 나타날 수 있으나 실험 실습에 참가한 학생에게 최소한 70%의 득점을 부여함이 좋다고 보며, 이를 위하여는 A, B, C, D 4등급으로 하고 10 : 9 : 8 : 7로 점수 비율을 책정하여 실험 실습에 참가한 학생은 최하 등급이 D가 되도록 함이 바람직하다.

4) 평가별 성적 산출비

실험 보고서, 교사 평정, 지필 평가 중 어느 한 평가로 실험 성적을 산출할 경우 담당 교사는 쉽게 실험 성적을 산출할 수 있으나 이 방법은 바람직하지 않다. 그리고 이 3종류의 평가를 모두 적용시키면 이수 단위가 적은 학기에는 그 성적 산출이 매우 어렵게 되므로 최소 두 가지 이상의 평가를 하도록 함이 좋다고 본다.

그렇게 하려면 실험 평가 영역별 배점 비율을 실험 보고서 평가를 25 ~ 75%, 교사 평정 평가를 0 ~ 50%, 실험 지필 평가를 0 ~ 50%로 하였을 때 한 학기에 다음과 같이 다양하게 평가 회수와 영역을 적용시킬 수 있다.



이와 같은 방법은 어떠한 경우든 실험 보고서 평가가 최소 1회 이상 이루어져야 하고 실험 지필 평가 등 어느 한 영역으로 실험 성적을 산출할 수 없도록 하는 특징이 있다.

5) 실험 실습 평가의 성적 반영

학교에 따라서 중간 고사와 기말 고사에 실험 실습 평가를 반영하고 있는데, 이 경우 1주일에 1~2시간 수업을 하는 경우 실험 보고서 평가나 실험 지필 평가 또는 교사 평정 평가 어느 하나만 적용하면 가능하겠으나 교과 내용에 따라 실험 회수가 많지 않은 경우 최소 두 종류의 평가를 적용하기가 힘들게 된다.

그리고 성적 반영 비율은 학교에 따라 과학과 성적 산출의 20~50%를 실험 실습 평가로 반영하고 있다. 그러나 대부분의 학교는 학기별로 중간 고사와 기말 고사를 치루고 있으므로 중간 고사(100), 기말 고사(100), 실험 실습(100)으로 하여 한 학기에 1회 성적 반영이 바람직하다.

6) 결사 학생에 대한 성적 처리

대부분 학교에서 공가, 상고, 질병, 전입학 등으로 실험 실습에 임하지 못한 학생에 대한 실험 실습 평가를 학교의 성적 관리 규정에 따른다고 되어 있다.

그러나 병결로 중간 고사를 치르지 못한 학생에게 많은 학교에서는 기말 고사 성적의 80%를 그 학생의 중간 고사 성적으로 처리하고 있다. 결국 실험 실습의 평가 등급이 A, B, C, D가 10 : 9 : 8 : 7로 할 때 병결로 인한 80% 성적 적용이 힘들게 된다. 실험 실습의 경우 어느 한 실험에 참여하지 못한 학생에게 재실험의 기회를 부여하고 또한 재실험의 평가 방법도 구체적으로 규정하여 실시하는 방법이 바람직하다.

예를 들면, 병결한 학생이 실험 보고서 내용이 훌륭하여 앞서 실험한 학생이 A 등급으로 판정될 수준이면 B로, B 수준이면 C로, C수준이며 D로 판정한다. 병결 이외에 상고나 공가 또는 전입학 학생에 대하여 해당 학생들이 불이익이 없도록 실험 실습 평가 규정이 수반되어야 한다.

7) 행사 참여 학생에 대한 우대 방안

각종 과학 관련 행사로는 교내 수학 과학 경시 대회, 과학의 달 행사, 시(도) 수학 과학 경시 대회, 발명 대회 등 1년에도 수 차례로 많은 편이다. 이들 학

생들에게 교내 입상 중 동상 이하는 한 과학 과목의 과제 평가 A, 은상 이상은 한 과목 2개 영역 A, 시(도) 대회 입상은 과학 1 개 과목 실험 실습 평가의 모든 영역 A, 전국 대회에서 입상한 학생에 대하여는 해당 학년의 과학 모든 과목의 실험 실습 평가 A와 같은 방법으로 평가 규정을 마련하여 과학 행사에 참여하는 학생들에게 특전을 줌으로써 그들에게 행사 참여의 의욕을 돋구워 주는 방안이 필요하다.



V. 결 론

고등학교에서 시행하고 있는 화학과 실험·실습 평가 규정을 조사하여 적용상의 문제점을 분석한 다음, 현장 적용이 용이한 평가 규정에 의해 실제로 실험·실습을 수행하여 평가한 내용과 학생들의 반응을 종합적으로 고찰하여 학교 현장에서 교사들이 쉽게 적용 가능하고 객관성과 타당성 및 신뢰도가 있는 화학과 실험·실습 평가 방안과 평가 척도를 마련한 내용을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 화학과 실험·실습 평가 영역을 탐구 수행 능력은 실험 보고서 평가로, 실험 수행 능력과 과제 평가는 교사 평정 평가로, 그리고 종합적 탐구 능력은 지필 평가로 하여 한 학기 동안 실시한 실험 중에 3영역이 모두 포함되는 평가가 바람직하다. 그러나 수업 시수가 작거나 교과 내용상 실험 수업이 적어 3영역을 적용시키지 어려운 경우에도 보고서 평가를 포함한 2영역으로 평가하여 한 영역으로만 실험·실습 평가가 이루어지지 않도록 하여야 한다.

둘째, 조별 실험에서도 개인차에 의한 탐구 능력을 측정기 위한 평가 방법과 도구가 있어야 하며 학생들에게 고지되어야 한다. 이에 대해서는 구체적인 평가 지표에 의해 실험 보고서 평가와 지필 평가로 하는 것이 객관성이 유지될 것이다.

셋째, 평가 등급을 4등분하고, 각 평가 등급간 점수는 최소화하여 실험·실습에 참가하고도 실험 보고서를 제출치 않은 학생은 70%의 점수를 부여하는 것이 교육적으로 바람직하다.

넷째, 평가 영역 선정은 실험 보고서 평가와 교사 평정 평가가 선택적으로 반영 할 수 있도록 평가 교사의 자율권을 인정하여 실험한 내용에 따라 실시하도록 하는 것이 교사들이 적용하기 편리할 것이다.

다섯째, 실험·실습 평가 성적은 중간 고사와 기말 고사와는 별도로 산정하

여 한 학기에 1회 반영이 바람직하다. 실험 실습 평가의 성적 반영을 33%로 할 경우 기말 고사 100점, 중간 고사 100점, 실험·실습 성적 100점이 되므로 총 300점 만점이 된다.

여섯째, 어느 한 실험 평가에 참여하지 못한 학생에게는 재실험의 기회를 부여한 다음, 그 학생이 취득한 실험 성적의 80% 이상 교과 성적에 반영하는 것이 객관성이 있고, 해당 학생들이 불이익을 당하지 않는 방법이 될 것이다.

일곱째, 과학 행사에 참여한 학생에게는 단순 참여자, 입상자로 구분하고 다시 입상자는 입상 등급별로 차등 등급에 의한 성적을 부여하는 실험 실습 평가 규정을 제도화하여 평가하는 것이 과학 행사를 활성화하고 과학에 관한 관심과 흥미를 유발시키는 방안이 될 것이다.



참 고 문 헌

- 강정우의 4인; 중등학교 현장 물리 교육의 현황과 개선 방안, 과학교육 제13권 pp. 93~124, 제주대학교 과학교육연구소, 1996.
- 교육부; 고등학교 교육과정(I), 서울, 대한교과서주식회사, p. 178, 1992.
- 교육부; 중학교 과학 실험 평가 자료와 평가 방법, 1993.
- 교육부; 고등학교 과학과 교육과정 해설, 1995.
- 김창식의 4인; 과학 학습 평가, 교육과학사, 1993.
- 노태희의 4인; 효과적인 실험 수업을 위한 개념 변화 수업 모형의 개발 및 적용, 한국과학교육학회지, 제17권 제2호 pp. 179~189, 1997.
- 문교부; 화학의 발전 및 화학 교육(교원 연수 교재), 서울, 서울대학교 출판부, pp. 285~297, 1979.
- 박세혁; 화학과 실험 실습 및 그 평가의 문제와 해결 방안의 모색, 과학교육 제2호 pp. 35~56, 제주도중등과학교육연구회, 1985.
- 박승재; 물리 학습의 평가, 서울대학교 사범대학 물리교육과 물리학습연구실, 1994.
- 오대섭의 2인; 고등학교 학습 평가 개선에 관한 연구·탐구 수행능력 중심으로, 화학교육 vol. 3 No. 1 pp. 9~18, 1976.
- 오대섭, 여환진; 과학 학습 과정에서 학생의 기본 개념 이해의 실태에 관한 연구, 과학교육연구지 제4집 pp. 39~49, 경북대학교 사범대학, 1980.
- 오대섭의 2인; CMI 방법을 통한 과학의 기본개념 이해의 실태분석과 개념의 완전형성방안, 과학교육연구지 제5집 pp. 31~40, 경북대학교 사범대학, 1981.
- 오대섭, 여환진; 과학적 태도평가의 방법 개발에 관한 연구, 경북대학교 교육대학원 논문집 제14집 pp. 45~61, 1982.

- 우종욱의 2인; 과학 실험 평가 도구 개발을 통한 탐구 능력 평가의 타당화에 관한 연구, 한국과학교육학회지, 제17권 제1호 pp. 65~73, 1997.
- 우종욱, 이경훈; 과학 관련 태도의 타당성 측정을 위한 연구(I), 한국과학교육학회지, 제15권 제3호 pp. 332~348, 1995.
- 이경훈, 우종욱; 과학 관련 태도의 타당성 측정을 위한 연구II, 한국과학교육학회지, 제16권 제2호 pp. 190~199, 1996.
- 이재천, 김범기; 고등학생들의 과학에 대한 정의적 인식과 과학 탐구 능력 및 학습 성취도의 구조 분석, 한국과학교육학회지, 제16권 제3호 pp. 249~259, 1996.
- 임청환, 정진우; 고교생의 논리적 사고력과 과학 탐구 기능 사이의 상관 관계에 관한 연구, 한국과학교육학회지, 제11권 제2호 pp. 23~30, 1991.
- 제주제일고등학교 과학(화학)과 시범 운영 보고서; 화학 실험 평가 척도 개발 및 활용, 1983.
- 한국과학교육단체총연합회; 초·중등 과학 교육 및 정책의 종합적 평가와 전망에 관한 연구, 1993.



[Abstract]

**Chemistry Labwork and Its Effective Evaluation
in High School**

Park Se-Hyuk

Major in Chemistry Education
Graduate School of Education, Cheju National University
Cheju, Korea

Supervised by Professor **Kim Duk-Soo**

At present, the evaluation of chemistry labwork is reflected on students' subject score. But it is true that the method and measure of the evaluation are not carried out uniformly yet.

The purpose of this study is to make effective rules for evaluation of chemistry labwork. To achieve this goal, this thesis initially analyzes the rules of evaluation in six high schools across the country. Secondly, this systematically considers the applicable rules of evaluation in school and students' responses on them. The rules of chemistry labwork, which have objectivities, reliabilities, and proprieties, are therefore formulated.

The concrete methods of effective evaluation drawn from such an analysis are summarized as follows:

- 1) The evaluation spheres are subdivided into three categories - evaluation by experimental reports, evaluation of teachers' rating, and evaluation by written exam. In rating an experiment during a semester, all of these three spheres should be considered.

-
- 2) Even if the experiments are performed less frequently than usual because the school education processes have a little difficulties, at least two spheres, including an evaluation of the reports, should be considered.
 - 3) In an experiment by group, the concrete evaluating indicators should be arranged in order to evaluate the abilities of individuals.
 - 4) The results of an experiment should be classified by four grades which give a minimum of score differentials.
 - 5) The students who took their test for labwork but didn't hand in the reports are given 70% of the total score. The students who didn't attend the labwork test are given the opportunity to test again. After that, more than 80% of their score results are given to them.
 - 6) In making a selection of the evaluating spheres, the teachers' discretionary powers have to be recognized. However the reports evaluation or the teachers' rating evaluation is sure to be reflected at the very least in students' subject scores. And the scores of the labwork experiments should be certain to be reflected at least once a semester apart from the mid-term or final-term examinations.
 - 7) A rigid distinction should be maintained between the prize winners and the pure participants in a scientific event. Therefore, the rules of giving students scores by acquired degree of ability will be arranged systematically. Additionally, this will help activate all kinds of events about science. This can also help increase students' interest in science.

<부록1>

실험 · 관찰 보고서

제 학년 반 번 이름()

실험제목	에틸렌의 제법과 성질	실험 형태	조별실험
실험목표	에틸렌의 제법과 성질을 알아보자	실험 일시	1997. 12. 11.
실험환경	기온(11)℃ 기압(762)mmHg 습도(63)%	공동 실험자	(5) 조
준비물	1. 기 구 류 : 시험관, 스펀드, 클램프, 알코올 램프, 수조, 유리관, 고무마개 2. 시약류 기타 : 진한 황산, 브롬수, 끓임쪽, 에탄올, 사염화탄소, 고무관		
과정 및 방법	<p>1. 시험관에 5mL의 에탄올을 넣고 이 시험관을 찬물 속에 담근 후, 진한 황산 5mL를 시험관 벽에 천천히 흘리면서 넣어 보자. 이 조작이 끝나면 끓임쪽을 넣고, 그림 (가)와 같이 160℃~170℃로 가열해 보자.</p> <p>2. 발생하는 기체를 수상 치환으로 시험관에 받아 냄새와 색깔을 조사하고, 시험관의 입구에 불을 붙여 보자.</p> <p>3. 기체가 발생하는 유리관을 그림 (나)와 같이 브롬수를 녹인 사염화탄소가 담긴 시험관에 통하여 브롬수의 색깔이 어떻게 변하는가를 관찰해보자.</p>	유의 사항	
정리 및 고찰	<p>1. 과정 1.에서 에탄올이 들어 있는 시험관을 찬물 속에 담그고 황산을 넣는 이유는 무엇인가? ⇒ 황산을 에탄올에 넣는 반응은 발열 반응이므로 생기는 열을 흡수하여 에탄올이 온도를 일정하게 유지하기 위함이다.</p> <p>2. 에틸렌의 발생 반응을 화학 반응식으로 나타내어라.</p> $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$ <p>3. 에틸렌의 연소 반응식을 써 보아라. ⇒ $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (가연성 있음)</p> <p>4. 에틸렌과 브롬과의 반응을 화학 반응식으로 나타내어라. ⇒ $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$</p> <p>5. 시험관 안에 끓임쪽을 넣은 까닭은 무엇인가? ⇒ 갑자기 끓는 것을 방지하기 위해서</p> <p>6. 에탄올에 진한 황산을 넣은 까닭은? ⇒ 진한 황산이 탈수 작용을 하므로 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$에서 H_2O분자를 떼어서 C_2H_4를 만들 수 있다.</p>		
반성 및 기타	<p>⇒ 이번 실험은 이제까지 내가 한 실험 중에서 가장 성공적인 실험이었다. 브롬수의 색깔도 완전히 변한 것을 볼 수 있었고 시험관에 불붙일 때도 불이 확 붙고 오래 타서 잘 관찰 할 수 있었다. 다만 다른 학생이 달구어진 시험관을 찬물에 금방 넣는 바람에 깨져서 욕의 티라고 생각하였다. 하지만 이런 것이 더 재미있기는 하다. 조원 모두가 실험 보고서를 쓰느라고 다른 학생만 실험 후 기구 정리를 했다. 정말 미안하다. 2월달에는 내가 정리를 해야겠다. 가열하고 난 후의 시험관의 액체가 검은색으로 변해서 깜짝 놀랐다. 무엇 때문인지는 좀 더 생각해봐야겠다. 1997년 마지막 실험..... 나름대로 보람있는 실험이었다.</p>		

<부록2> 실험 수행 능력 및 태도 평가 체크 리스트(염소의 재법과 성질)

항 목	A(3)	B(2)	C(1)
1) 고무마개의 밀착 여부	완전 밀착	기체는 새지 않으나 다소 불안정	기체가 새어 나옴
2) 안전 깔대기의 끝부분 위치	염산에 완전히 잠김	잠겨 있으나 불안함	액면 위에 떠있음
3) 동근 플라스크의 고정	스탠드에 바르게 잘 고정되어 있음	잘 고정되어 있으나 플라스크가 기울어짐 또는 플라스크는 바르나 잘 고정되어 있지 않음	잘 고정되어 있지 않고 기울어짐
4) 가열 장치 (알콜램프의 불꽃 위치)	결불꽃에 의하여 잘 가열됨	속불꽃으로 가열	불꽃의 위치가 비껴나감
5) 포집병의 덮개 장치	잘 덮혀 있음	유리관과 덮개 사이에 틈이 있음	유리관과 덮개 사이의 틈이 크거나 안 덮혀 있음
6) 장치 조작 시간	빠르게 장치를 끝냄	느리나 실험에 지장 없이 장치함	느리고 지도를 받아 장치함
7) 구리줄과 고무관의 모양	구리줄이 잘 꼬여져 있고 고무관도 잘 퍼져 있다	구리줄이 직선 모양이거나 고무관이 많이 휘어져 있다	구리줄이 직선 모양이고 고무관도 S자 모양이다
8) 태도	탐구적 자세로 실험함	탐구적 자세가 다소 결여되고 산만함	탐구적 자세가 전반적으로 부족함

항목 반 초	1			2			3			4			5			6			7			8			비고
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C				
○ 1																									
○ 2																									
○ 3																									
○ 4																									
○ 5																									
○ 6																									
○ 7																									
○ 8																									
○ 1																									
○ 2																									
○ 3																									
○ 4																									
○ 5																									
○ 6																									
○ 7																									
○ 8																									

<부록3>

실험 지필 평가 문제

제 2 학년 반 번 이름()

<p>※ 알맞은 답을 아래의 답란에 표기하시오.</p> <p>1. 테르밋 반응을 일으키는데 필요한 것은? ① Mg가루 ② Fe가루 ③ Mg과 Fe가루 ④ Fe₂O₃와 Al가루</p> <p>2. 테르밋 반응 직후 빨갛고 높은 온도를 지니는 것은? ① 용융 상태의 마그네슘 ② 용융 상태의 철 ③ 용융 상태의 알루미늄 ④ 용융 상태인 철과 마그네슘</p> <p>3. 테르밋 반응과 관계가 먼 항은? ① 금속의 이온화 경향 ② 금속의 산화-환원 ③ 금속의 부식성 ④ 용접</p> <p>※ (4~6)종쌀 크기인 마그네슘 알갱이에 마그네슘 리본을 이용하여 불을 붙이고 물을 조금씩 뿌리면 강한 화염이 생기며 흰색 가루가 생긴다.</p> <p>4. 실험 후 남아 있는 흰색 물질은? ① MgO와 Mg(OH)₂ 혼합물 ② MgCl₂ ③ MgH₂ ④ 녹은 Mg</p> <p>5. 강한 화염이 일어난 까닭은? ① Mg이 잘 녹으므로 ② Mg이 물과 반응하므로 ③ Mg이 기화되므로 ④ 물이 수증기로 되므로</p> <p>6. 이와 같은 현상이 나타나는 까닭과 관계가 큰 항은? ① Mg의 화학적 활성이 크기 때문 ② Mg의 전자 친화도가 크기 때문 ③ Mg이 금속이기 때문 ④ Mg이 Mg²⁺ 이온으로 되기 어렵기 때문</p>	<p>7. 양동이에 물을 ⅓정도 넣고 여기에 엄지손가락의 절반 크기인 나트륨 조각을 넣으면 잠시 후 큰 폭발이 일어난다. 폭발이 일어난 까닭은? ① Na의 산화 ② 물의 분해 ③ Na 자체의 폭발 ④ 많은 양의 수소 발생</p> <p>8. (문제7)에서 물에 페놀프탈레인 용액을 넣고 실험하면 물의 색이 붉어진다. 그 까닭은? ① Na과 페놀프탈레인이 반응하므로 ② 물과 페놀프탈레인이 반응하므로 ③ Na과 물이 반응하여 염기성 물질이 생기므로 ④ Na과 물이 반응하여 산성 물질이 생기므로</p> <p>9. 에탄올에 진한 황산을 넣고 약 170℃로 가열할 때 만들어지는 기체는? ① 메탄 ② 에탄 ③ 에틸렌 ④ 아세틸렌</p> <p>10. (문제 9)에서 생긴 기체가 브롬수의 적갈색을 탈색시킨 까닭은? ① 발생된 기체가 브롬수의 색소를 표백하므로 ② 발생된 기체가 물을 분해하여 산소를 만들므로 ③ 발생된 기체가 브롬수 중의 브롬과 반응하므로 ④ 발생된 기체가 물을 기화시켜 색소도 함께 증발되므로</p> <p>※ 9문항 이상 득점 : A 8문항 이상 득점 : B 7문항 이상 득점 : C 6문항 이하 득점 : D로 처리됩니다.</p>
--	--

<부록4>

화학 I · II 실험·실습 평가표

학년 반 지도교사: (인)

번호	이름	보고서(10, 9)	과제(10, 13)	기능(10, 30)	보고서(12, 11)	합계
1	○○○	B	B	B	A	94
2	○○○	A	A	B	A	98
3	○○○	B	A	B	A	96
4	○○○	A	A	B	A	98
5	○○○	B	C	B	B	89
6	○○○	B	B	B	B	92
7	○○○	A	D	A	B	93
8	○○○	A	C	A	B	93
9	○○○	A	A	A	B	98
10	○○○	A	B	A	B	96
11	○○○	A	A	A	B	98
12	○○○	A	A	A	B	98
13	○○○	A	A	A	A	100
14	○○○	A	C	A	A	95
15	○○○	A	B	A	A	98
16	○○○	A	A	A	A	100
17	○○○	A	B	A	A	98
18	○○○	A	B	A	A	98
19	○○○	A	C	C	C	85
20	○○○	A	A	C	A	95
21	○○○	A	B	C	A	93
22	○○○	A	A	C	B	93
23	○○○	A	A	C	A	95
24	○○○	A	D	C	A	88
25	○○○	A	A	A	A	100
26	○○○	A	A	A	A	100
27	○○○	A	A	A	A	100
28	○○○	A	C	A	A	95
29	○○○	A	D	A	A	93
30	○○○	A	A	A	A	100
31	○○○	B	D	B	B	87
32	○○○	B	B	B	A	94
33	○○○	B	B	B	B	92
34	○○○	A	A	B	B	96
35	○○○	B	A	B	A	96
36	○○○	B	A	B	B	94
37	○○○	A	C	A	A	95
38	○○○	B	B	A	A	96
39	○○○	A	A	A	B	98
40	○○○	A	B	A	A	98
41	○○○	A	A	A	A	100
42	○○○	A	A	A	A	100
	A : 25	B : 23	C : 20	D : 18		

<부록5>

설문지

이 설문지는 2학년 1년 동안 화학 실험·실습 평가를 실시하여 온 결과에 대하여 학생들의 의견을 수렴하고 이를 바탕으로 더 바람직한 방향으로 평가를 하고자 하여 실시하는 것입니다. 여러분의 솔직한 의견을 제시하여 주십시오.

1. 실험·실습 평가를 한 학기 성적의 100/300 으로 적용하고 있습니다. 이 반영 비율은?
(1)적절한 비율이다. (2)적절한 편이다. (3)그저 그렇다. (4)부적절한 편이다. (5)부적절하다.
2. 1항에서 부적절하다면 그 까닭은?(1번에서 4,5번에 답한 사람만 하십시오.)
(1)반영 비율이 높다. (2)반영 비율이 낮다. (3)아예 반영하지 않는 게 좋다.
3. 실험·실습평가는 실험에 참여한 사람의 최하점을 70%로 하고 있습니다. 이러한 평가 원칙을 어떻게 생각하십니까?
(1)타당하다 (2)타당한 편이다. (3)그저 그렇다. (4)불합리한 편이다. (5)불합리하다.
4. 3항에서 불합리하다면 그 까닭은?(3에서 4,5번에 답한 학생만 하십시오.)
(1)최하점이 너무 높다. (2)최하점이 너무 낮다. (3)최하점을 0점으로 하는 게 좋다.
5. 실험·실습의 모든 영역을 A,B,C,D로 하고 그 점수 비율을 10:9:8:7로 하고 있습니다. 이에 대한 의견은?
(1)바람직하다. (2)바람직한 편이다. (3)그저 그렇다.
(4)바람직하지 못한 편이다. (5)바람직하지 못하다.
6. 5항에서 바람직하지 못하다면 그 까닭은?(5번에서 4,5번에 표기한 학생만 하십시오.)
(1)점수 비율을 더 넓혀야 한다. (2)점수 비율을 더 좁혀야 한다.
(3)다른 지필 고사와 같이 그 비율을 없애고 문항식으로 하는 것이 더 좋다.
7. 현재 시행하고 있는 평가의 영역은 실험 보고서 평가(30-70%),실험 태도, 기능, 과제 등을 평가하는 교사 평정 평가(50%이내), 실험 지필 평가(50%이내)로 한 학기의 실험·실습 평가 100점을 산출하고 있습니다. 여러분의 생각은?
(1)적절하다. (2)적절한 편이다. (3)그저 그렇다. (4)부적절한 편이다. (5)부적절하다.
8. 7항에서 부적절하다면 그 까닭은? (7에서 4,5번에 답한 학생만 하십시오.)

- (1) 실험 보고서 평가의 비율을 높히는 게 더 좋다.
 (2) 교사 평정 평가의 비율을 더 높히는 게 더 좋다.
 (3) 실험 지필 평가의 비율을 더 높히는 게 더 좋다.
9. 7항에서 같이 실험 보고서, 교사 평정, 지필 평가의 비율을 일정하게 하지 않으므로 최소 두 영역을 평가하여야만 실험·실습 평가를 산출할 수 있도록 한 것에 대한 여러분의 생각은 어떻습니까?
 (1) 적절하다. (2) 적절한 편이다. (3) 그저 그렇다. (4) 부적절한 편이다. (5) 부적절하다.
10. 9항에서 부적절하다면 그 까닭은?(9에서 4,5번에 답한 학생만 하십시오.)
 (1) 실험 보고서, 교사 평정, 지필의 모든 영역을 평가하여 반영하여야 한다.
 (2) 한 영역으로만 평가하여 반영할 수 있어야 한다.
 (3) 실험보고서 평가만으로 산출하는 게 좋다. (4) 교사 평정 평가만으로 산출하는 게 좋다.
 (5) 실험 지필 평가만으로 산출하는 게 좋다.
11. 2학기에 실험·실습 평가는 실험 보고서 2회, 과제 1회, 실험 수행 능력(염소 제조와 성질 실험의 장치 꾸미기와 실험 실시)의 교사 평정 평가 1회로 4회의 평가를 합산하여 평가하였습니다. 이에 대한 생각은?
 (1) 적절하다. (2) 적절한 편이다. (3) 그저 그렇다. (4) 부적절한 편이다. (5) 부적절하다.
12. 11항에서 부적절하다면 그 까닭은?
 (1) 평가 회수를 더 많이 하는 것이 좋다. (2) 평가 회수를 더 줄이는 것이 좋다.
13. 지난 12월에 실시한 <에틸렌의 제법과 성질>의 실험 보고서 평가에서 실험 환경을 2.5점, 유의 사항을 3점, 실험 과정, 데이터 정리, 고찰, 결과 정리를 7점, 반성 및 기타를 1점으로 하여 총 13.5점으로 하고 기록을 없거나 잘못 기록한 것을 -0.5점 단위로 처리하여 12.5이상 : A, 12-11점 : B, 10.5점 이하 : C로 평가하였습니다. 이와 같은 평가에 대하여 어떻게 생각하십니까?
 (1) 적절하다. (2) 적절한 편이다. (3) 그저 그렇다. (4) 부적절한 편이다. (5) 부적절하다.
14. 실험 보고서 평가는 실험의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 <에틸렌의 제법과 성질>의 경우, 자연계 140명은 A:49명 B:63명 C:28명으로 평가되었습니다. 이에 대하여 어떻게 생각하십니까?
 (1) 적절하다. (2) 적절한 편이다. (3) 그저 그렇다. (4) 부적절한 편이다. (5) 부적절하다.
15. 유리 세공의 기능 평가는 학생 각자가 세공해 제출한 유리관을 잘됨, 보통, 잘못됨의 비

율을 1:2:1로 하여 A, B, C로 평정하였습니다. 이 평가에 대한 생각은 어떻게습니까?
 (1)적절하다. (2)적절한 편이다. (3)그저 그렇다. (4)부적절한 편이다. (5)부적절하다.

16. <염소의 제법과 성질> 실험의 실험 수행 능력 및 태도의 평가는 고무 마개의 밀착 여부, 안전 깔대기의 깔부분 위치, 동근 플라스크의 철제 스탠드에 고정 상태, 가열 장치, 기체 포집병의 덮개 장치, 조작 시간, 구리줄과 고무관 모양, 태도의 8개 영역으로 하고 각 영역을 세분화하여 평가하였습니다.(예: 고무 마개 밀착 여부 - A:완전히 동근 플라스크에 밀착됨 B:기체는 새어 나오지 않으나 다소 불안정함 C:기체가 새어 나옴)
 이러한 평가에 대하여 어떻게 생각하십니까?

(1)적절하다. (2)적절한 편이다. (3)그저 그렇다. (4)부적절한 편이다. (5)부적절하다.

17. 1학기에 실시한 모든 실험 내용을 지필 평가로 1회 실시하였습니다. 지필 평가의 필요성에 대한 생각은?

(1)필요하다. (2)필요한 편이다. (3)그저 그렇다. (4)불필요한 면이 있다. (5)필요 없다.

18. 17항에서 필요하다면 그 까닭은? (17항에서 1,2에 답한 학생만 하십시오)

- (1)조별 공동 실험과 달리 개인차 측정이 필요해서
- (2)기능, 태도와 달리 지적 능력을 파악할 수 있으므로
- (3)기타:

19. 과제 평가(생활과학 아이디어 디자인 등)는 선생님의 주관에 의하여 A, B, C 비율이 대략 1:2:1로 처리되었습니다. 이에 대한 여러분의 생각은?

(1)적절하다. (2)적절한 편이다. (3)그저 그렇다. (4)부적절한 편이다. (5)부적절하다.

20. 조별 공동 실험의 경우도 보고서 작성에서 실험 관찰의 기록, 데이터 정리, 결과 정리, 실험 환경의 기록 등은 조원들이 공동으로 정리해도 되나 반성 및 기타 유의 사항 등은 각자 정리하도록 하여 개인차가 나타나도록 하여 평가하였습니다. 그리고 반성 및 기타 등이 똑같이 정리되어 있으면 감점 처리하였습니다. 이에 대하여 어떻게 생각하십니까?

(1)적절한 방법이다. (2)비교적 적절한 방법입니다. (3)그저 그렇다.
 (4)부적절한 면이 있는 방법이다. (5)부적절한 방법이다.

21. 1년 동안 선생님의 주관에 의하여 실험에 대한 8회 평가에 대하여 여러분의 생각은 어떻게습니까?

(1)잘 평가하였다. (2)비교적 적절히 평가하였다. (3)그저 그렇다.
 (4)부적절하게 평가한 면도 있다. (5)부적절하게 평가하였다.