



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

IB DP Chemistry SL, HL과
대학수학능력시험 화학 I, 화학 II
문항 비교 분석

濟州大學校 教育大學院

化學教育專攻

崔 範 錫

2020年 8月

IB DP Chemistry SL, HL과
대학수학능력시험 화학 I, 화학 II
문항 비교 분석



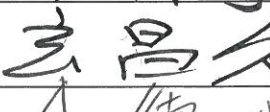



指導教授 金 德 洙

崔 範 錫

이 論文을 教育學 碩士學位 論文으로 提出함

2020年 6月

崔範錫의 教育學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長  
委 員  
委 員  

濟州大學校 教育大學院

2020年 6月

Comparative Analysis of Questions in IB DP Chemistry SL, HL and Chemistry I, II of CSAT

Beom Seok Choi

(Supervised by professor Duk Soo Kim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of
Master of Education of Chemistry

2020 . 6 .

This thesis has been examined and approved.

Won Hyung Kim
CHANG - GU HYUN
Duk Soo Kim

(Name and signature)

MAJOR IN EDUCATION OF CHEMISTRY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

국 문 초 록

4차 산업혁명 시대를 맞이하여 제주 교육청은 주입식 정답 찾기 평가 프레임에서 벗어나 생각을 꺼내는 교육을 실현하고자 표선고등학교를 IB DP 후보학교로 선정하였다. 따라서 우리나라와 IB DP 교육과정을 비교하고, 대학수학능력시험과 IB DP 시험에서 화학 문항을 비교 분석하여 4차 산업혁명 시대에 맞는 교육 및 평가체제를 찾아 가려는데 의미가 있다고 볼 수 있다.

이를 위하여 우리나라 화학 I·II 교과서 내용과 IB DP 교재 내용을 분석하였고, 2018년, 2019년 대학수학능력시험 화학 I·II와 2018년 11월, 2019년 5월 IB DP Chemistry SL·HL를 비교 분석하였다.

첫째, 교재 내용을 비교해보면, 공통된 부분도 있지만, IB DP가 좀 더 다양하고 심도있는 내용을 다룬 것을 알 수 있다. 모든 단원에서 IB DP 교재 내용이 우리나라 교재보다 많은 내용을 다루었고, IB DP 교재는 우리나라 교과서보다는 일반화학과 비슷한 체계를 이루고 있다.

둘째, 대학수학능력시험 과학탐구영역 화학은 I·II 두 과목으로 구성된 5지 선다형으로 출제되는 상대평가이고, IB DP는 SL·HL 두 과목으로 구성된 절대평가이다. IB DP는 SL과 HL 둘다 공통적으로 3개의 시험인 Paper 1, 2, 3를 보게 되고, Paper 1은 객관식 문제, Paper 2, 3는 서술형으로 구성되었다. 대학수학능력시험에서 화학 I의 선택 비율은 매년 감소하는 반면에 IB DP Chemistry 선택 비율은 거의 일정하게 유지되었다.

셋째, 대학수학능력시험 화학은 화학 개념을 알아도 수학적 계산 능력이 부족하면 풀 수 없거나 시간이 많이 소요되는 문제들로 구성되어 있다. 따라서 학생들이 화학을 공부하였지만 시험에서 만족도가 높은 점수를 받지 못해 흥미도가 떨어지는 모습을 보였다. 반면에 IB DP는 학습 범위는 넓지만 복잡한 수학 계산 문제는 지양하고 개념 중심 문제들로 구성되어 교재 내용을 충분히 학습하면 풀 수가 있다.

이러한 결과로부터 4차 산업혁명 시대에 맞는 우리 교육의 방향성과 평가체제를 찾을 수 있을 것으로 여겨진다.

목 차

국 문 초 록	i
표 목 차	v
그 림 목 차	vii
I. 서 론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구의 문제	3
3. 연구의 제한점	3
II. 이론적 배경	4
1. IB의 유래와 현황	4
2. IB DP(고등학교 과정)	8
가. DP 학교 및 응시학생 현황	8
나. DP의 기본 모형과 6개 교과학습 영역	10
다. DP의 핵심 필수 영역	12
라. DP 평가 체제와 최근의 동향	14
3. 문항 분석 도구	16
III. 연구 방법	18
1. 연구대상	18
2. 연구방법	19
IV. 연구 결과	20
1. 우리나라 화학 I·화학 II 교과서 내용과 IB DP Chemistry 교재 내용 분석	20

가. 2009 개정교육과정	20
1) 화학 I	20
가) 화학 I 내용 영역 및 요소	21
나) 비상교육 화학 I 목차	21
2) 화학 II	23
가) 화학 II 내용 영역 및 요소	23
나) 비상교육 화학 II 목차	24
나. IB DP Chemistry	25
1) SL(Standard Level)	26
2) HL(Higher Level)	28
2. 대학수학능력시험 화학 I·II와 IB DP Chemistry 시험체계, 과목별 응시자수 분석	33
가. 대학수학능력시험과 IB DP Chemistry 시험체계	33
1) 대학수학능력시험	33
2) IB DP Chemistry	33
가) SL Assessment model	34
나) HL Assessment model	34
나. 대학수학능력시험과 IB DP 과학 과목별 응시자 수	35
1) 대학수학능력시험 과학탐구 영역	35
2) IB DP 과학 과목별 응시자 수	38
3. 대학수학능력시험과 IB DP Chemistry 문항 교과서 내용에 따른 분류 및 문항의 내용 수준 분석	40
가. 교과서 내용에 따른 분류	40
1) 대학수학능력시험	40
가) 대단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류	40
나) 중단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류	41
다) 대단원별 화학 II 문항 교과서 내용에 따른 분류	42
라) 중단원별 화학 II 문항 교과서 내용에 따른 분류	42
2) IB DP	43
나. 문항의 내용 수준 분석	46

1) 물질의 양과 화학 반응식.....	46
2) 원자의 구조.....	49
3) 주기적 성질.....	51
4) 분자의 구조와 성질.....	53
5) 산화-환원 반응.....	56
6) 중화 반응.....	58
다. 행동영역 요소 비교.....	60
V. 결론 및 제언.....	62
1. 결론.....	62
2. 제언.....	64
VI. 참고문헌.....	65
ABSTRACT.....	67

표 목 차

<표1> IB 프로그램	5
<표2> 한중일 3개 국가들의 IB프로그램 실시 현황	7
<표3> IBDP의 6가지 교과학습 영역	10
<표4> IBDP의 핵심 필수 영역	13
<표5> IBDP(2019년 5월, 11월 시험 기준)	15
<표6> 5월 시험 기준	16
<표7> 11월 시험 기준	16
<표8> 행동 차원의 하위요소	17
<표9> 대학수학능력시험 분석자료 현황	18
<표10> IB DP 시험 분석 자료 현황	18
<표11> 화학 I 내용 영역 및 요소	21
<표12> 비상교육 화학 I 목차	21
<표13> 화학 II 내용 영역 및 요소	23
<표14> 비상교육 화학 II 목차	24
<표15> IB DP 교재 SL 목차	26
<표16> IB DP 교재 HL 목차	28
<표17> 전자쌍 개수에 따른 VSEPR 구조	32
<표18> SL Assessment	34
<표19> HL Assessment	34
<표20> 대학수학능력시험 과학탐구영역 응시자 수	35
<표21> 대학수학능력시험 과학탐구영역 선택 순위	36
<표22> IB DP 과학과목 응시자 수	38
<표23> 대단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류	40
<표24> 중단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류	41
<표25> 대단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류	42
<표26> 중단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류	42
<표27> 단원별 IB DP 문항 교재 내용에 따른 분류	43
<표28> 2018년, 2019년 시행된 대학수학능력시험 화학 I 문항의 행동영역 요소	60

<표29> 2018년, 2019년 시행된 대학수학능력시험 화학Ⅱ 문항의 행동영역 요소……60
<표30> 2018년, 2019년 시행된 IB DP Chemistry HL Paper 1 행동영역 요소……61
<표31> 2018년, 2019년 시행된 IB DP Chemistry HL Paper 2 행동영역 요소……61

그림 목 차

<그림1> IB 인증 프로그램 수.....	6
<그림2> 지역별 IB 인증 프로그램 수.....	7
<그림3> IBDP 학교 수(2019년 5월 시험 기준).....	8
<그림4> IBDP 학교 수(2019년 11월 시험 기준).....	9
<그림5> IBDP 응시 학생 수(2019년 5월 시험 기준).....	9
<그림6> IBDP 응시 학생 수(2019년 11월 시험 기준).....	9
<그림7> IBDP Programme 모형.....	10
<그림8> 과학 탐구 평가 틀.....	16
<그림9> 2018년 화학 I 18번 문제.....	46
<그림10> 2019년 5월 IB DP HL Paper1, 2번 문제.....	47
<그림11> 2019년 5월 IB DP HL Paper 2, 3(f)번 문제.....	48
<그림12> 2018년 화학 I 14번 문제.....	49
<그림13> 2018년 11월 IB DP HL Paper 2, 3(a)(i),(ii)번 문제.....	50
<그림14> 2019년 화학 I 15번 문제_출처: 한국교육과정 평가원.....	51
<그림15> 2018년 11월 IB DP HL Paper 2, 4(a),(b),(c)번 문제.....	52
<그림16> 2018년 화학 I 6번 문제.....	53
<그림17> 2018년 11월 IB DP HL Paper 2, 3(b),(c)번 문제.....	54
<그림18> 2019년 화학 I 20번 문제_출처.....	56
<그림19> 2018년 11월 IB DP HL Paper 1, 28번 문제.....	57
<그림20> 2018년 11월 IB DP HL Paper 1, 28번 문제.....	58
<그림21> 2019년 5월 IB DP HL Paper 1, 27번 문제.....	59

IB DP Chemistry SL, HL과 대학수학능력시험 화학 I, 화학 II 문항 비교 분석

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

2016년 1월 세계경제포럼에서 4차 산업혁명이 거론되면서 미래 사회에 대한 다양한 전망이 나오고 있다. 인공지능, 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 모바일 등으로 요약되는 지능화된 기술의 발달로 인한 경제, 기업, 사회의 총체적인 변화를 가져올 것이다. 4차 산업혁명으로 촉발되는 사회 변화 안에서 우리는 인간과 기계, 가상과 현실, 인간과 인간의 관계를 형성하고 공존하면서 생존하기 위해서는 지식 중심의 교육이 아닌 인간의 역량을 키우는 교육으로 전환해야 한다. 교육의 새로운 비전으로 세계경제포럼에서는 ‘사회 및 공감 학습’을 제시하고 있는데, 이는 지식 뿐만 아니라 태도와 가치를 포함하며, 특히 협업과 소통을 기반으로 사회 정서적 역량과 인간의 감성적 특성이 기반이 되어야 한다는 것이다. 현재 ‘한 개의 질문에 한 개의 정답’만을 요구하는 객관식, 대학수학능력시험에 갇힌 우리나라의 평가·수업으로는 4차 산업혁명 시대에 대비가 어렵다. 그동안 해왔던 지식의 대량 생산은 인공지능이 대체할 것이다. 4차 산업 혁명에서는 학생들과 인공지능이 공존할 수 있어야 한다. 인공지능이 할 수 없는 것을 학생들이 할 수 있어야 한다. 가장 중요한 건, 학생들의 몸과 마음이 건강해야 하고, 예술적 감수성과 질문하는 능력, 문제 해결 능력을 가져야 한다. 이에 제주 교육청은 오랜 시간 공정 및 신뢰성을 인정받은 IB(International Baccalaureate)를 도입하여 평가 혁신을 이루어 ‘한 개의 질문에 백 개의 정답’을 존중하는 평가와 수업을 하려고 있다.

2017년에 671,874명이 대입시험을 치른 IB는 스위스에 본부가 있고, 영국에 채점 센터가 있는 비영리 교육기관에서 1968년부터 개발된, 교육과정 및 평가를 포함한

교육체제이다. 현재 전 세계 153개국의 4,783개 학교에서 운영하고 있고 국내 명문대를 비롯한 전세계 우수 대학에서 대입시험으로 인정해 주는 공신력 있는 교육과정 및 시험이다. 영어, 불어, 스페인어로만 운영되던 IB를 2013년 아시아권 최초로 국가 차원에서 자국어로 번역하여 공립학교에 도입하기로 결정한 일본에 이어 한국이 두 번째가 될 전망이다. 영어버전의 IB는 이미 제주도내의 국제학교들 및 경기외고에서 운영되고 있고 그 가시적인 성과가 이미 국제적으로 검증되어 왔다.

(이혜정, 2019)

4차 산업혁명 시대에 주입식 정답 찾기 평가 프레임을 벗어나서 생각을 꺼내는 교육을 실현하려면 결국 채점의 공정성 문제가 이슈인데, 제주 교육청은 바로 이 문제를 극복하기 위해 전과목 논서술형 시험이면서도 채점의 공정성이 세계적으로 검증된 IB 시스템을 전략적으로 도입하겠다고 판단했다. 현재 표선고등학교가 IBDP(International Baccalaureate Diploma Program) 후보 학교로 지정되어 IBDP 인증 단계를 거치고 있다. 또한 제주 교육청은 2020년에 초등학교 PYP(Primary Years Program), 중학교 MYP(Middle Years Program) 관심군 학교를 공모할 계획이다.

창의융합인재상을 제시한 2015 개정교육과정에서도 ‘지식 위주의 암기식 교육’에서 ‘배움을 즐기는 행복교육’으로 전환시키고, 핵심 개념원리 중심으로 학습내용을 적정화하고, 학생 중심 교실수업으로 개선하고자 하였다. 하지만 대학수학능력시험이 객관식 중심 문항으로 구성된 평가체제에서는 생각을 집어넣는 교육이 아닌 생각을 스스로 꺼내는 교육을 하기가 어려운 실정이다. 본 연구는 대학수학능력시험과 IB DP 화학 영역을 비교 분석하여 4차 산업혁명 시대에 맞는 교육 및 평가체제를 찾아가려는데 그 목적이 있다.

2. 연구의 문제

본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 우리나라 화학 I·II 교과서 내용과 IB DP Chemistry 교재 내용을 분석하여 대학수학능력시험과 IB DP 시험 범위를 알아본다.
- 2) 대학수학능력시험 화학 I·II와 IB DP Chemistry 시험체계, 과목별 응시자 수를 비교해 화학 과목의 선호도와 차지하는 비중을 알아본다.
- 3) 대학수학능력시험과 IB DP Chemistry 문항을 교과서 내용에 따른 분류 및 문항의 내용 수준, 평가틀을 분석하여 4차 산업혁명 시대에 대비할 수 있는 우리나라 교육과정 및 평가를 알아본다.

3. 연구의 제한점

본 연구는 2018년, 2019년 11월에 시행된 대학수학능력시험과 IB DP SL, HL 비교 분석하여 4차 산업혁명 시대에 대비할 수 있는 우리나라 교육과정 및 평가를 알아보는데 목적이 있다. 우리나라는 현재 2015 개정교육과정이 나왔지만, 2019년 11월에 시행된 대학수학능력시험은 2009 개정교육과정이 반영된 시험이었기 때문에 2009 개정교육과정이 반영된 교재로 분석하였다. IB DP 시험은 2019년 11월에 시행된 시험지가 아직 IBO Store에 올라오지 않아, 2018년 11월, 2019년 5월 시행된 문제지로 문항 분석하였다.

II. 이론적 배경

세계화, 정보화 시대에 학교 교육을 받을 수 있는 기회는 세계적으로 넓어지고 있고, 가상공간으로 확대되고 있다. 세계화된 교육은 대학원에서, 차츰 대학, 고교, 심지어 의무교육기관인 초·중 공교육으로 확대되고 있다. 21세기 지식기반 사회에서 전문성과 창의성을 두루 갖춘 국제적인 인재를 육성하는 문제는 교육의 중요한 화두가 되고 있으며, 급속한 세계화로 세계에서 공유, 통용할 수 있는 교육수준에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 맥락에서 국제공인 교육과정인 IBDP(International Baccalaureate Diploma Programme)를 중심으로 IB 프로그램의 특징을 알아보 고자 한다.

1. IB의 유래와 현황

고교 2학년과 3학년의 2년에 걸친 IB DP는 대학 전 프로그램으로 대학진학을 하 고자 하는 학생들에게 대학에서의 학문 수행 능력과 세계 시민으로서 필요한 역량 을 갖추도록 설계된 종합적 교육과정이다. IB의 유래를 거슬러 올라가면 UN을 중 심으로 한 국제 활동과 관련이 깊다. 2차 세계 대전이 끝나고 유엔 연맹을 대체하 는 국제 연합(UN)이 1945년에 창설되면서 세계 각국에서 파견된 자녀들의 교육을 위한 UN 국제 학교가 UN의 지원 하에 1947년에 뉴욕에서 개교를 하게 된다. 제 네바의 국제학교 설립 이후 생겨난 국제 학교와 UN국제 학교들은 국제적 성격을 가진 학교로 운영되었지만 국제학교 졸업생들의 대학 진학의 문제, 여러 국가로 이 동하는 학생들을 위한 공통된 교육과정의 부재, 본국의 문화를 배우고 익히는 문제 등 국제학교들이 안고 있는 공통적인 문제들이 있었다. 국제학교를 운영하는 학교 장과 학생들을 직접 지도하는 교사들이 함께 겪는 이러한 문제들을 해결하기 위한 회합이 구체적으로 이루어지기 시작하였다. 국제학교라는 구체적인 학교 교육을 추 진하면서 나타나는 현실적인 문제를 공동으로 해결하기 위한 모임들이 결국 IB라 는 교육 체제를 만들어 가게 된다. 일정한 조건을 만족한 각국 학생들에게 대학에 서 학력을 인정하는 공통의 디플로마를 수여하는 방식을 개발하면서 시작되었다. IB프로그램은 연령층별로 PYP, MYP, IB DP, IB CP 등으로 구성되어 있으며, 우

리나라 학교급별 단계와 유사한 형태를 취하고 있다. 1968년 고등학교 과정인 IB DP로 시작된 IB 프로그램은 1994년부터는 중학교(Middle Years Programme), 1997년부터는 초등학교(Primary Years Programme) 단계의 교육과정을 모두 갖 추게 되었다. IB 프로그램의 전세계적 확산과 요구에 힘입어 2012년부터는 직업고 등학교 프로그램인 CP(Career-related Program)도 운영하기 시작했다.

<표1> IB 프로그램

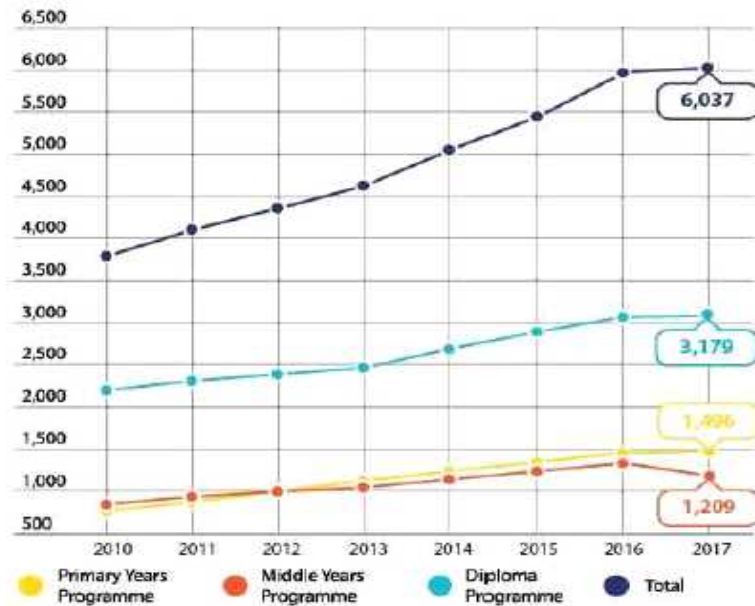
종류	시작연도	연령층	우리나라 교육 단계
PYP	1997년	3~12세	유·초등학교
MYP	1994년	11~16세	중학교
DP	1968년	16~19세	고등학교
CP	2012년	16~19세	고등학교

출처 : <http://www.ibo.org>

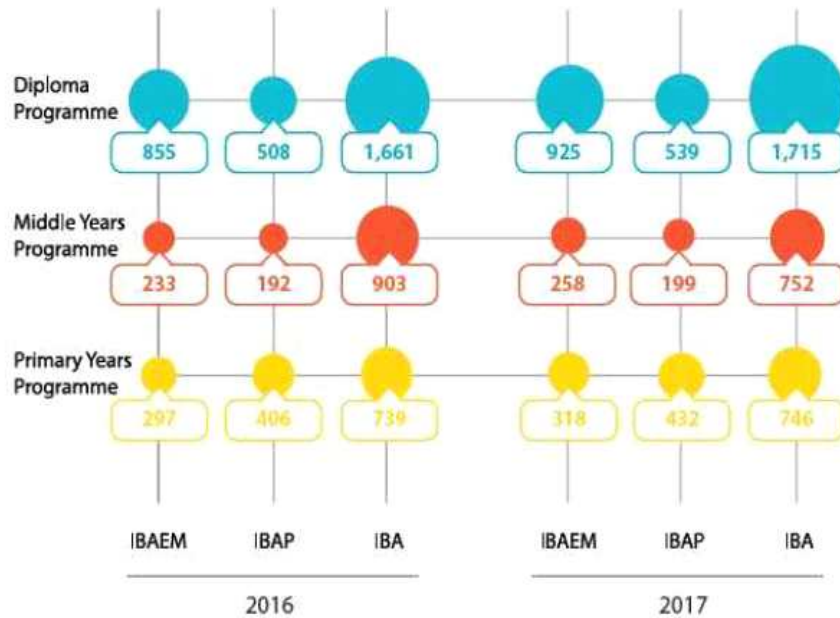
스위스에 본부를 두고 있는 비영리 교육재단인 IBO(International Baccalaureate Organization)에서 IB를 총괄하고 있는데, 전 세계를 유럽과 아프리카 중동 권역 (IBAEM), 우리나라가 속해 있는 아시아 태평양 권역(IBAP), 남북아메리카 권역(IBA) 의 세 권역으로 나누어 관리 운영하고 있다. IBO에서는 교육과정의 개발, 학생 평 가, 교사들의 연수와 전문성 개발, 개별 학교에 대한 인증과 평가 업무를 담당하면 서 IB 프로그램에 대한 교육 질 보장을 위한 전방위적 노력을 기울이고 있다. 매년 위 세 개의 권역별로 전체 회원학교 책임자들의 연례 컨퍼런스(Annual Regional Conference)를 통해 IB의 교육철학을 공유하고 실질적 교육활동에 관한 정보를 나누고 있으며, IBO 본부에서는 공식적인 교사연수를 매년 정기적으로 실시하여 소속 교사들의 수업 운영 및 평가를 위한 질 관리를 철저히 하고 있다.

IBO에서는 1980년대부터 각 지역의 대표자를 중심으로 대학과 각국의 정부를 대 상으로 이 프로그램을 이수한 학생들의 교육 성과와 이들이 갖추게 되는 실질적 역량에 대해 적극 홍보하여 왔다. 더불어 IBO에서는 교육과정의 개발, 학생 평가, 교사들의 연수와 전문성 개발, 개별 학교에 대한 인증과 평가 업무를 담당하여 IB 프로그램에 대한 교육 질 보장을 위한 전방위적 노력을 기울이고 있다. 일정한 조 건을 만족한 각국 학생들에게 대학에서 학력을 인정하는 공통의 디플로마를 수여

하는 방식을 개발하면서 시작된 IB 프로그램은 현실적으로 다가오는 세계화의 요청을 교육적인 연구와 실행을 거듭하면서 교육과정으로 구현한 새로운 교육적 창안물(pedagogic device)이라는 평가를 받고 있다. 이러한 노력으로 세계의 많은 학교들이 IB 인증 프로그램을 운영하고 있다. 아래 [그림1]에서 보듯이 2010 ~ 2017년에 프로그램이 전체적으로 급격히 늘어나고 있음을 알 수 있다. [그림2]에서 나타나듯 2016~2017년에 IBA(북남미지역)의 MYP 프로그램을 제외하고는 모든 지역에서 모든 프로그램들의 수가 증가하고 있으며, 우리가 속한 IBAP(아시아-태평양지역)에서 PYP(406개→432), MYP(192→199개), IBDP(508→539) 모두 증가하고 있음을 볼 수 있다.



<그림1> IB 인증 프로그램 수
(2010-2017)



<그림2> 지역별 IB 인증 프로그램 수(2016-2017)

IB 프로그램 실시와 관련하여 한국, 중국, 그리고 일본의 현황을 정리하면 아래의 <표2>와 같다. 우리나라의 경우, 모든 프로그램에서 중국과 일본에 비해 상당히 빈약한 상태임을 바로 알 수 있다. 사실상 경기외고를 제외하고는 모두 외국인 학교나 국제학교에 의해 운영되고 있는 상황으로서 중국과 일본의 사례에 비해 IB에 대한 준비나 시각이 상대적으로 매우 뒤떨어져 있음을 부인할 수 없다.

<표2> 한중일 3개 국가들의 IB 프로그램 실시 현황

	PYP			MYP			IBDP		
	State	Private	Total	State	Private	Total	State	Private	Total
한국	0	8	8	0	6	6	0	11	11
중국	1	53	54	4	32	36	20	76	96
일본	0	25	25	2	12	14	4	30	35

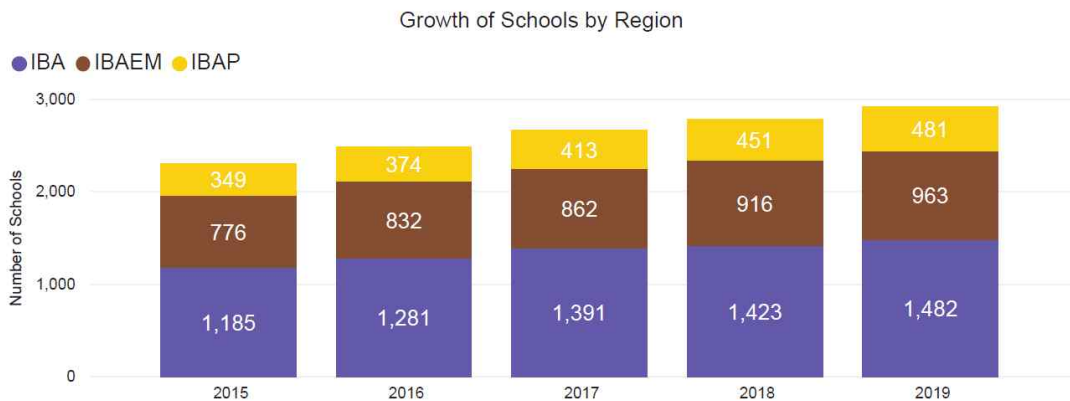
출처: <http://www.ibo.org> (2018. 1. 9. 위 통계는 IB 인증 완료 학교의 집계이고, 이쿠코 츠보야 일본 IB 대사의 제주국제심포지움(2017. 12. 1.) 발표에 의하면 일본은 IB 후보학교까지 포함하면 현재 140여개교가 이미 IB형 교육을 시작했음.)

2. IB DP(고등학교 과정)

가. DP 학교 및 응시학생 현황

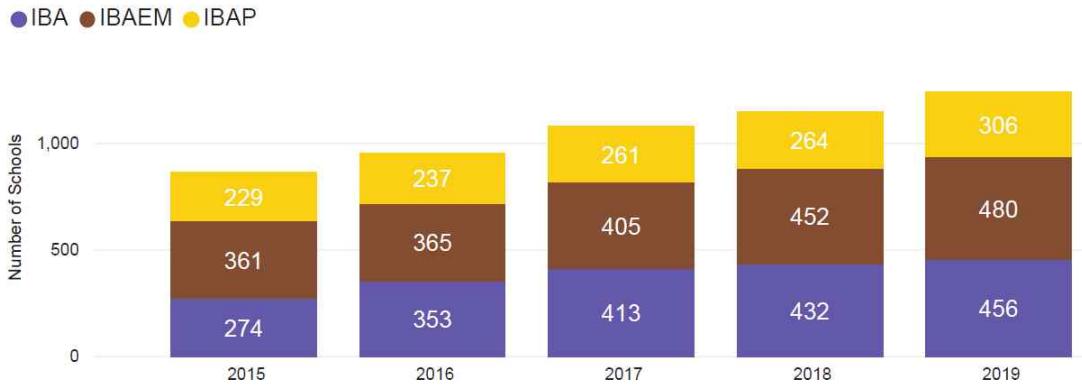
1968년에 시작된 IB DP 프로그램은 이제 세계적으로 거의 150여개 국가에서 시행되고 있으며, 매년 거의 90개 국가의 대학들에게 시험 결과를 보내고 있다.

IB DP 프로그램의 우수성과 세계의 많은 대학에서 IB DP를 대학 입학 요소로 인정해 주는 현실적인 효과로 인해 <그림3>, <그림4>에서 보는 바와 같이 IB DP를 택하고 있는 학교의 수는 매해 괄목할만한 증가 추세를 보이고 있다. 2019년 5월 시험에서 IB DP를 택하는 학교의 수는 2,926개, 2019년 11월 시험에서는 1,242개로 증가했다. 그리고 2019년 5월 시험에서 IB DP 시험에 응시하는 학생들은 166,465명, 2016년 11월 시험에서는 19,102명으로 증가했다. 결국 2019년 1년 동안의 IB DP 학교수는 4,168개, 응시 학생 수는 185,567명이었다. IB DP 학교 수와 시험에 응시하는 학생들의 수는 최근 5년 동안 꾸준히 증가하고 있다. 이것은 IB DP 프로그램이 교육과정과 평가에 대한 관리가 철지하여 세계의 많은 우수대학들이 이를 입학요건으로 인정할 정도로 신뢰를 주고 있기 때문이다. IB DP는 대학 입학 전 2년 동안(11학년~12학년)을 교육기간으로 하며, 일반적으로 10학년 학생들은 Pre-DP과정을 통해 본격적인 IB DP 교육활동에 필요한 사전 지식과 어학 능력 등 학업 수행 능력에 대한 준비를 갖춘다.

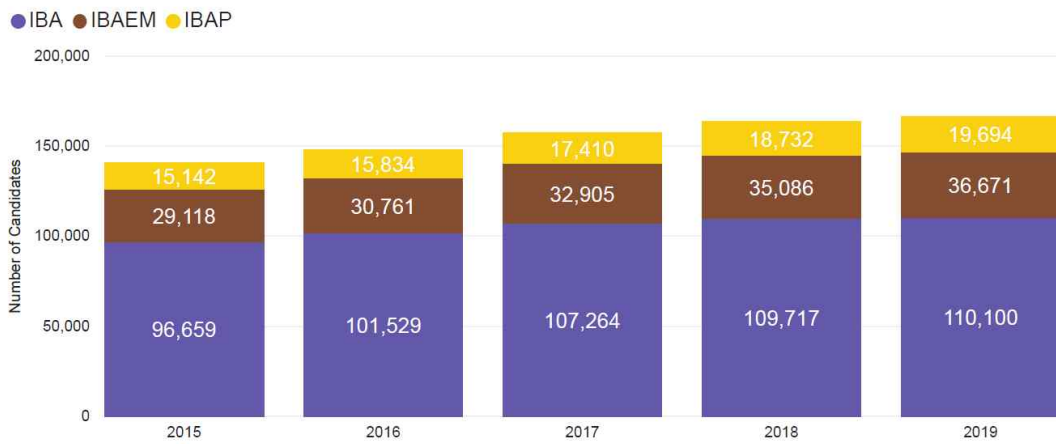


<그림3> IB DP 학교 수(2019년 5월 시험 기준)_출처: IBO 홈페이지

Growth of Schools by Region



<그림4> IB DP 학교 수(2019년 11월 시험 기준)_출처: IBO 홈페이지
Growth of Candidates by Region



<그림5> IB DP 응시 학생 수(2019년 5월 시험 기준)_출처: IBO 홈페이지

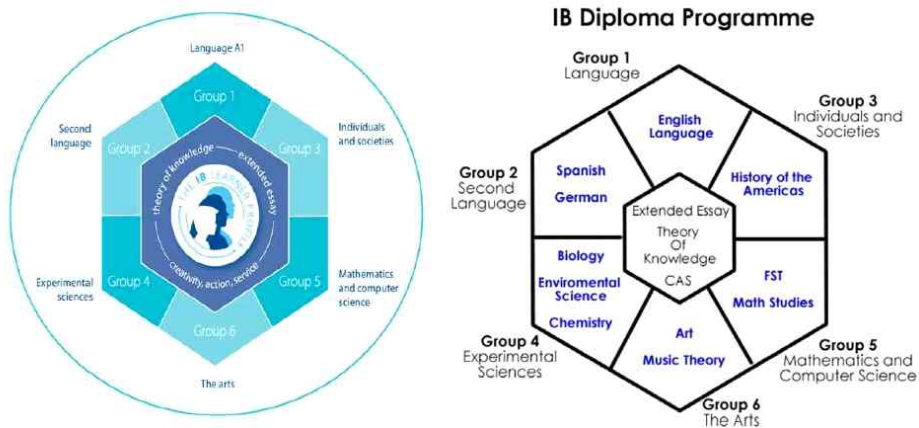
Growth of Candidates by Region



<그림6> IB DP 응시 학생 수(2019년 11월 시험 기준)_출처: IBO 홈페이지

나. DP의 기본 모형과 6개 교과학습 영역

IB DP의 기본적인 설계 원리는 중핵(core) 교육과정이다. 이것은 [그림7]에 제시된 바와 같이 두 개의 층위를 이루고 있는 6각 모형(IB hexagon)dp 에 잘 도식화되어 있다.



<그림7> IB DP Programme 모형

내부 층위는 범교과적으로 통합적이며 비판적인 사고를 갖추도록 도와주는 지식론(TOK: Theory of Knowledge), 창의적체험활동(CAS: Creativity, Action, Service), 소논문(EE: Extended Essay) 등이 포함되어 있으며, 외부 층위는 아래의 <표3>에서 보듯이 6개의 교과 학습 영역으로 구성되어 있다.

<표3> IB DP의 6가지 교과학습 영역

영역	과목
Group1(제1언어)	모국어(Language A1) ※약 80개 언어가 시험과목으로 제시됨
Group2(제2언어)	Language ab initio, Language B, Language A2 ※ 현대어, 라틴어, 고전그리스어, 이중언어구사, 초급 수준 등
Group3(개인과 사회)	경영학, 경제학, 지리, 역사, 이슬람역사, 국제사회에서의 정보 기술, 철학, 심리학, 문화인류학 등
Group4(과학)	생물학, 화학, 물리학, 환경학, 설계기술 등
Group5(수학&컴퓨터)	수학, 고급수학, 대학에 진학해 화학, 지리, 경제, 경영 전공자를 위한 수학적 방법, 수학공부를 일상에 연결하는 수학연구

	※ 컴퓨터 과학은 선택으로 제6과목군 대신에 수강 가능
Group6(예술)	음악, 미술, 드라마 등 창작 중시
SBS(School Based Syllabus) 학교개설교과	학교에서 개설하는 과목으로 IBO의 인준을 통해서 SL 수준으로 개설한 사례: 인권, 세계 정치와 국제관계, 아시아 예술, 칠레와 태평양 등

IB DP의 교과 과정은 구조가 매우 단순해 보이지만 교과군에서 어떤 과목을 선택 하느냐와 6개 교과군 중 어떤 교과군에서 심화과목(High Level)으로 택하느냐에 따라 매우 다양한 형태의 진로 준비가 된다. IB 교육과정은 학생들이 전통적 자유 교양 교육과정을 현대화한 소정의 교육과정을 이수하면서 6개 영역의 교과 학습 영역마다 개설되어 있는 교과를 반드시 이수해야하는 배분이수제(distribution requirement) 형식을 취하고 있다. 6개 교과영역은 다시 고급수준(HL: Higher Level)과 표준(보통)수준(SL: Standard Level) 과목으로 나누어진다. 학생들은 6개 과목군에서 각 한 과목씩 총 6개 과목을 선택하되, 3~4개 과목은 총 240시간(2년 코스)의 수업을 받아야 하는 고급수준(Higher Level)에서, 나머지는 150시간(1년 코스)의 수업을 받아야 하는 표준(보통)수준(Standard Level)에서 이수한다.

아래의 표에서 보듯이 6개 과목군 중 제1영역과 제 2영역은 모두 언어 영역에 해당된다. 제1영역은 모국어언어(Language A1)이며, 표준과 고급 수준 모두 개설이 가능하다. 45개 언어가 SL과 HL로 제공되며, 실제 시험에서는 약 80개 언어가 제공된다. 제2영역은 외국어(Second Language)이며, Language ab initio, Language B, Language A2 등이 과목으로 개설되어 있다. Language ab initio 은 이수를 원하는 외국어에 대해 기본적인 선수 지식이 없는 경우로 SL 수준으로만 개설이 가능하다. Language B는 기본적인 선수 지식을 갖춘 외국어로서 SL과 HL 수준으로 모두 개설된다. 한편, Language A2는 상당한 수준에 있는 외국어로서 역시 SL과 HL수준으로 모두 개설된다.

제3영역인 개인과 사회(Individual and Societies)는 사람들이 살고 있는 환경을 물리적, 경제적, 사회적, 심리적 등으로 이해하며 문화와 제도의 역사에 대한 분석적인 시각을 제공한다. 주요 과목으로는 경영학, 경제학, 지리, 이슬람역사, 지구촌 사회의 정보기술, 철학, 심리학, 문화인류학 등이 있으며 SL과 HL 수준으로 모두 개설된다.

제4영역인 과학(Science)은 과학적 정보와 지식을 분석하고 종합하며, 실험 과학의 방법론 및 실험 수행 능력을 함양하는 것을 목표로 한다. 주요 과목으로는 생물학, 화학, 물리학, 환경학, 설계기술(Design Technology) 등이 있으며 역시 SL과 HL 수준으로 모두 개설된다. 이전에 선택과목이었던 컴퓨터과학도 2012년 8월 현재로 제4영역의 과목으로 제공되고 있다. 통합교과인 ‘환경 시스템과 사회(Environmental Systems and Societies)’, ‘스포츠, 운동, 그리고 보건(Sports, Exercise and Health Science)’ 등과 같은 과목들은 SL 수준에서만 제공된다.

제5영역인 수학(Mathematics)은 수학연구(Mathematical Studies) SL, 수학 SL, 수학 HL, 심화수학(Further Mathematics) HL, 고급수학(Further Mathematics), Computer science SL and HL 등이 개설되고 있다.

제6영역은 예술의 영역으로 무용, 음악, 드라마, 미술, 영화 등 5개 영역 모두 SL과 HL수준이 모두 개설된다. 범교과 통합과목으로는 제1영역과 제6영역을 만족시키는 ‘문학과 공연(Literature and Performance)’은 SL수준에서만 이용이 가능하다. 6영역은 선택하지 않고 대신 3영역과 4영역의 교과를 하나씩 더 선택할 수도 있다.

이 밖에 학교에서 개설하는 과목(School Based Syllabus: SBS)들이 있다. SL 수준으로만 개설이 가능하며 내용 및 영역 편성 등 각종 제반 사항에 대해 반드시 IBO의 인증을 받아야 한다. 개설된 사례들로는 칠레와 태평양(SL), 터키사회연구(SL), 아시아 예술(SL) 등이 있다.

다. DP의 핵심 필수 영역

IB DP 프로그램에 참가하는 학생들이 DP(diploma)를 얻기 위해서는 핵심 필수 과정인 지식론(TOK), 소논문(Extended Essay), 창의체험활동(CAS)을 반드시 이수해야 한다. 이 과정은 학생들이 지나치게 학습에 치중하다가 놓치기 쉬운 예술 활동, 사회봉사활동, 그리고 지식 전체에 대한 메타적 사고력을 함양하는 것을 목표로 한다.

지식 이론(TOK: Theory of Knowledge)은 정치·철학·종교 등 통합교과적 비판적인 사고 훈련 과정으로, 이론 및 이론 상호간의 관계를 이용하는 것이다. 개별적인

것으로 흐르기 쉬운 6개 교과 영역을 통합하여 비판적으로 사고하면서 지식 자체의 의미와 그것을 습득하는 방법에 대해 성찰하게 만든다. 학생들은 ‘우리는 어떻게 알게 되는가(How do we know?)’를 탐구 목표로 2년 간 여러 문화의 다양한 사고방식에 대한 비판적 숙고를 하면서 100시간 이수해야 한다. 평가는 IBO에서 제시하는 6개의 주제 중에서 골라 1600자의 논술문을 작성하고, 주제 발표문을 작성해서 10분간 발표를 하고, 자기평가 보고서를 작성하는 것을 대상으로 한다.

연구 소논문(Extended Essay)은 자기주도적인 탐구 능력을 함양하는 것을 목표로 한다. 학생들은 22개 교과와 50개의 다양한 언어 및 문학 강좌 중에서 자기가 관심 있는 주제를 선택하여 관련이 있는 교사의 도움을 받아 40시간 이상의 시간을 들여 스스로의 힘으로 4,000 단어 정도의 연구 소논문을 작성해야 한다. 이에 대한 평가는 연구 주제, 연구 방법, 논리 전개, 분석 수준 등을 대상으로 수행된다.

창의체험활동(CAS: Creativity, Activity, Service)은 학교 공부 이외에서 전인적 인간성을 양성하기 위한 예술, 스포츠 등의 특별활동과 병원, 고아원 등에서 하는 봉사활동 등의 창의적인 활동을, Activity는 야구·농구·축구 같은 스포츠 활동을, Service는 학생회 활동·스카웃 활동·봉사 활동 등을 의미한다. 학생들은 학교에서 지정한 CAS 담당 교사로부터 정보를 받으면서 2년간 매주 3~4시간씩 최소 150시간의 활동을 해야 한다.

<표4> IB DP의 핵심 필수 영역

영역	주요 특징
지식이론 (TOK)	<ul style="list-style-type: none"> * 최소 100시간 이상 이수해야 함 * 다양한 문화에 따른 다양한 사고방식을 토대로 비판적인 숙고를 하는 영역 * 정치·철학·종교 등 통합교과적인 비판적인 사고 훈련 과정으로 이론 및 이론 상호간의 관계를 이용하는 것 * IBO에서 제시하는 10개의 주제 중에서 골라 ① 1200~1600자 길이의 논술문을 작성 ② 주제 발표문을 작성해서 10분간 발표 ③ 자기평가 보고서를 작성함
논술과제 (EE)	<ul style="list-style-type: none"> * 50개의 다양한 어문 강좌를 통해 22개 주제 중에서 선택 * 관심 있는 주제를 정하고, 자기주도적 탐색이나 담당교사의 도움을 받아 40시간 이상을 투자하여 스스로의 힘으로 4,000자 이하의 개인 장편 연구논문 작성

창의적체험활동과 봉사활동(CAS)	<ul style="list-style-type: none"> * 연구 주제, 연구 방법, 논리 전개, 분석 수준 등을 통해 평가됨 * 학교 공부 이외의 영역에서 창의성을 기르기 위한 예술, 스포츠와 같은 특별활동과 병원, 고아원 등에서 하는 봉사활동 등을 포함함. * Creativity: 오케스트라·작문 클럽·신문 제작 등과 같은 창의적인 활동 영역 * Activity: 야구·농구·축구와 같은 체육 활동 등 * Service: 학생회 활동·봉사 활동 등과 같이 교육적으로 유의미한 활동을 의미 * 담당 교사가 도움을 주며 2년간 매주 3~4시간씩 최소 150시간의 활동을 해야 함
--------------------	---

학생들은 이러한 활동들을 통해 학문의 세계를 벗어나 삶의 중요성을 진지하게 생각하게 되고 다른 사람과 협력해서 작업하는 능력, 의식 및 관계를 발전시키고 자신만의 개성과 특성을 살려 나가게 된다. <표4>에 정리된 바와 같이 IB DP에서 중요한 것은 통합 교육과정인 지식론과 논술과제 및 과외활동 등을 통하여 교과 공부에만 매몰되지 않고 학문의 세계를 벗어나 삶의 중요성을 진지하게 생각하며, 다른 사람과 협력해서 작업하는 능력, 의식 및 관계를 발전시키고 자신만의 개성과 특성을 살려 나가는 역량이다

라. DP 평가 체제와 최근의 동향

IB DP에서 평가는 내부평가(Internal Assessment)와 외부평가(External Assessment)로 이루어진다. 내부평가는 학생들이 2년 동안에 걸쳐 학습하는 기간중에 이루어지며, 학생들의 프레젠테이션, 프로젝트, 포트폴리오 등을 바탕으로 한다. 평가는 교과 담당 교사가 진행하되 학교 외부로부터 공정성을 확보하는 장치까지 두고 있어 편파적인 채점을 최대한 차단하는 효과를 두고 있다.

외부시험은 IB DP 프로그램의 마지막 학기에 실시된다. 학생들은 재학 중인 학교에서 시험을 치르며 평가는 전적으로 외부 전문 기관을 통해 진행된다. 교과 총점은 6개 교과목마다 7점씩 부여하여 42점, 그리고 TOK, Extended Essay, CAS 등을 종합한 보너스 점수 3점을 합하여 총점은 45점이 된다. 학생들은 선택 이수한 6개 과목 시험에서 각 7점 만점에 4점 이상, 합계 24점 이상 얻어야 디플로마 자

격을 취득한다. 시험을 위한 자료들은 공통으로 영어, 불어, 스페인어로 되어 있으며, 최근에는 일본어가 추가되었다. 개별적인 과목만을 이수하기를 원하는 학생은 수강 이후 해당 시험을 치러, 4점 이상을 취득하면 해당 과목에 대한 수료증(Certificate)을 받을 수 있다. 성적에 대한 모든 학문적인 판단의 책임은 각국의 공인된 심사관(external examiners)에게 있으며, 학구적인 성취 내용과 과정을 평가하고 다양한 학문 형태와 문화 양식을 고려하기 위해 다양한 평가 방법들-전통적인 시험 기술인 구두 및 서술, 단답형, 자료제시형, 논술, 선다형 문제 등-이 사용된다.

학과 시험은 5월, 11월에 치르는데, 5월 시험 결과는 7월에 발표된다. 아래의 <표5>에서 보듯이 2019년도를 기준으로 5월 시험에서 응시자는 144개국 2,926학교에서 166,465명이 응시했고 당시 합격률은 77.81%였다. 45점 만점에 디플로마 평균 점수는 29.65점이었으며, 45점 만점을 받은 학생은 275명이었다. 같은 해 11월 시험에서의 응시자는 117개국 1,242학교에서 19,102명이 응시했고 당시 합격률은 70.05%였다. 45점 만점에 디플로마 평균 점수는 28.51점이었으며, 45점 만점을 받은 학생은 69명이었다.

<표5> IB DP (2019년 5월, 11월 시험 기준)

시행일	응시자	국가	학교	합격률	평균 등급	평균 점수	만점자
2019년 5월	166,465	144	2,926	77.81%	4.77	29.65	275
2019년 11월	19,102	117	1,242	70.05	4.53	28.51	69

최근 2015년 ~ 2019년의 5년 동안의 IB DP의 합격률과 평균 총점의 분포는 <표 6,7 >에 제시되어 있다. 이 자료에 따르면, 약간의 차이가 있지만 IB DP의 합격률은 대체로 78% 정도이며, 평균 총점은 45점 만점에 30점 내외에 분포, 평균 등급은 7점 만점에 4.8점 내외에 분포 되어 있음을 알 수 있다. 또한 만점자에 대한 숫자도 일정한 수준을 유지하고 있다. 이것은 IB DP 프로그램의 평가가 매우 엄격

하고도 공정한 잣대에 의해 운영되고 있음을 시사한다.

<표6> 5월 시험 기준

5월 기준	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
합격률	80.82	79.33	78.43	78.16	77.81
평균 총점	30.23	29.95	29.88	29.76	29.65
평균 등급	4.84	4.82	4.81	4.79	4.77
만점자	216	201	278	259	275

<표7> 11월 시험 기준

11월 기준	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
합격률	80.9	70.85	69.58	68.97	70.05
평균 총점	30.99	28.92	28.76	28.55	28.51
평균 등급	4.96	4.64	4.63	4.58	4.54
만점자	99	123	91	95	69

3. 문항 분석 도구

대학수학능력시험의 화학 I·II와 IB DP Chemistry 문항을 구창현(1998)의 3차원 평가틀 중 행동영역을 이용하여 분석하였고, 교육과정평가원에서 제시한 이해, 적용 요소도 포함시켰다.

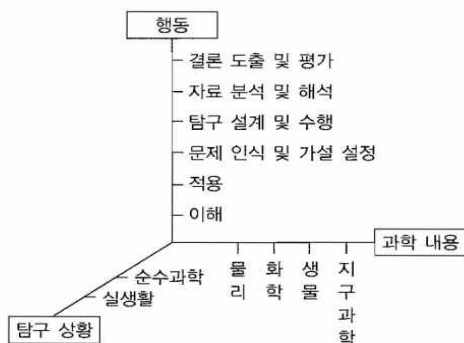


그림 8 과학 탐구 평가 틀

<표8> 행동 차원의 하위 요소

요소	설명
이해	<ul style="list-style-type: none"> - 개념을 새로운 상황에서 알아내기 - 개념의 의미를 파악하고 새로운 형태로 진술하기 - 개념 사이의 관계 파악하기
적용	<ul style="list-style-type: none"> - 개념을 새로운 상황에 활용하기 - 개념을 이용하여 문제 해결하기
문제인식 및 가설 설정	<ul style="list-style-type: none"> - 전제나 기본적인 상황에 활용하기 - 논쟁점 및 문제의 성격과 의미 파악 - 주어진 자료 속에서 핵심적 개념 및 제기되는 문제의 포착 - 가설(문제에 대한 잠정적인 풀이)의 설정
탐구설계 및 수행	<ul style="list-style-type: none"> - 탐구 방법의 선정 및 탐구 절차의 구체화 - 관찰, 측정, 자료 수집 및 결과의 정리 - 문제와 관련된 변인의 통제
자료분석 및 해석	<ul style="list-style-type: none"> - 자료의 핵심 내용과 특성 파악 - 주어진 자료의 경향성 및 규칙성 등의 파악 - 자료의 분류 및 전환(기호사용, 도표화 등) - 정성적, 정량적 상관관계 및 인과 관계 파악
결론도출 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 자료 해석 결과의 종합 및 가설의 검증 - 탐구 과정 및 결론의 타당성 및 신뢰도 판단 - 결론으로부터 포괄적인 설명 체제로의 일반화 - 가치 판단 또는 의사 결정의 타당성 판단 - 사실과 가치의 구분 및 대립, 갈등의 상황과 가치의 식별 - 대안적인 가치와 비교 또는 결과 예측

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구에서는 2018년, 2019년도에 시행된 대학수학능력시험 화학 I·화학 II의 문항과 2018 November IB DP Chemistry SL·HL, 2019 May IB DP Chemistry SL·HL 문항을 분석대상으로 하였다.

<표9> 대학수학능력시험 분석자료 현황

시행일	과목	문항수	시행일	과목	문항수
2018년	화학 I	20	2018년	화학 II	20
2019년	화학 I	20	2019년	화학 II	20

<표10> IB DP 시험 분석자료 현황

시행일	과목	평가형태	대문항수	소문항수
2018 November	Chemistry SL	Paper 1	30	
		Paper 2	7	32
		Paper 3	16	61
	Chemistry HL	Paper 1	40	
		Paper 2	10	38
		Paper 3	23	84

시행일	과목	평가형태	대문항수	소문항수
2019 May	Chemistry SL	Paper 1	30	
		Paper 2	6	29
		Paper 3	19	62
	Chemistry HL	Paper 1	40	
		Paper 2	7	58
		Paper 3	25	87

2. 연구방법

본 연구에서는 연구 문제의 결론을 도출하기 위해 다음 세 가지 방법을 사용하였다.

가. 우리나라 화학 I·화학 II 교과서 내용과 IB DP Chemistry 교재 내용 분석을 통하여 시험 출제 범위를 알아보고자 하였다. 2018, 2019년에 시행된 대학수학능력시험은 2009 개정교육과정에 해당되기 때문에 2009 개정교육과정 교재, IB DP Chemistry 교재는 2016년 개정판으로 분석하였다.

나. 2018, 2019년에 시행된 대학수학능력시험 화학 I·II, 2018년 11월, 2019년 5월에 시행된 IB DP Chemistry 시험 체계 및 문항 수, 선택과목 수, 과목별 응시자 수 등을 비교 분석하였다.

다. 2018, 2019년에 시행된 대학수학능력시험 화학 I·II, 2018년 11월, 2019년 5월에 시행된 IB DP Chemistry 시험을 교과서 내용에 따른 분류와 문항의 내용 수준 및 행동영역 요소를 비교 분석하였다.

IV. 연구 결과

1. 우리나라 화학 I·화학 II 교과서 내용과 IB DP Chemistry 교재 내용 분석

2019년에 시행된 대학수학능력시험은 2009 개정교육과정이 마지막으로 반영된 시험이다. 따라서 2009 개정교육과정 화학 I·화학 II 교과 내용을 분석하였고, IB DP Chemistry 는 2016년에 개정된 교재 내용을 분석하였다.

가. 2009 개정교육과정

1) 화학 I

2009 개정교육과정에서 화학 I 은 인류 역사에 큰 전환점이라 할 수 있는 불의 발견, 철의 생산, 암모니아의 합성 등은 물론, 미래 중요한 에너지원으로 기대되는 물의 분해에 의한 수소의 생산 등 인류사적 의미가 있는 사건들과, 광합성과 DNA 등 생명 현상과 밀접한 관계가 있는 화학 반응을 교과 내용에 적극 도입하였다. 그래서 문과나 이과 학생을 막론하고 누구나 쉽게 사회적인 맥락 속에서 화학의 발전을 이해하고 화학에 대한 관심과 흥미를 높일 수 있도록 구성되었다. 그렇게 함으로써 통합적인 이해를 바탕으로 사회인으로서 갖추어야 할 기초 소양, 즉 화학의 기본 개념과 원리에 대한 통합적 이해, 과학적 탐구 능력과 태도의 함양, 과학·기술·사회의 상호 관계 인식 등을 통해 화학에 대한 기초 소양을 함양할 수 있게 하였다. 이와 아울러 화학 I 에서는 화학사 및 화학 관련 주제들에 대한 조사와 토론, 원자와 분자의 개념과 특성을 이해하기 위한 다양한 모형 만들기 및 주변에서 일어나는 화학 반응에 대한 관찰과 실험 등 다양한 활동을 통해 과학적 탐구 능력을 기르게 하였다.

2009 개정교육과정에서 화학 I 내용영역과 내용요소를 먼저 살펴보고, 교과서 중 비상교육 교재의 목차를 살펴 보도록 하겠다.

가) 화학 I 내용 영역 및 요소

영역		내용 요소
화학의 언어		원소, 화합물, 원자, 분자, 원자량, 분자량, 몰, 화학 반응식
개성있는 원소	원자의 구조	원자의 구성 입자, 보어 모형, 오비탈, 스핀, 에너지 준위
	주기적 성질	주기율표, 전자배치, 원자반지름, 이온화에너지, 전기음성도
아름다운 분자세계	분자 세계의 건축 예술	분자 구조의 다양성, 구조와 기능
	화학 결합	화학결합, 옥텟규칙, 쌍극자모멘트, 결합의 극성
	분자의 구조	전자쌍반발이론, 분자구조, 탄소화합물
짧은꼴 화학반응	산화·환원	광합성과 호흡, 철의 제련, 암모니아의 합성, 산화수
	산과 염기	염산, 암모니아, 아미노산, 핵산, 중화반응

<표11> 화학 I 내용 영역 및 요소_출처: 국가교육과정정보센터

나) 비상교육 화학 I 목차

대단원	중단원	소단원
I. 화학의 언어	1. 인류 문명과 화학	1. 화학의 위대한 발자취
		2. 화학의 구성 성분 대표 탐구: 물의 표현에 대한 과학자들의 논쟁
	2. 물질의 양과 화학반응식	1. 원자량, 분자량과 몰
		2. 화학반응식 대표탐구: 탄산칼슘과 묽은 염산의 반응
II. 개성있는 원소	1. 원자의 구조	1. 원자의 구성 입자와 원소의 기원
		2. 보어의 원자모형 대표탐구: 발머의 실험결과 해석
		3. 현대의 원자모형 대표탐구: 원자 모형의 변천

	2. 주기적 성질	1. 주기율표	
		2. 원소의 주기적 성질	
		대표탐구: 이온 반지름의 주기성	
Ⅲ.아름다운 분자세계	1. 물질의 대칭과 화학결합	1. 분자세계의 건축 예술	
		2. 화학 결합의 종류	
		대표탐구: 이온결합물질과 공유결합물질의 성질	
			3. 결합의 극성
	2. 분자의 구조와 성질	1. 분자의 모양	
		대표탐구: 화합물의 분자 모형 조립하기	
		대표탐구: 극성 분자와 무극성 분자의 성질	
		2. 다양한 구조의 탄소 화합물	
대표탐구: 탄화수소의 분자모형 조립하기			
Ⅳ.뚝뚝 화학 반응	1. 산화-환원 반응	1. 산소에 의한 산화-환원 반응	
		2. 전자 이동에 의한 산화-환원 반응	
		대표탐구: 은수저의 녹 제거	
		대표탐구: 동전 도금	
	2. 산-염기	1. 산-염기	
		대표탐구: 산성비의 생성	
		2. 산-염기의 중화 반응	
		3. 생명 현상에서의 산-염기	
		대표탐구: DNA 모형 만들기	

<표12> 비상교육 화학 I 목차_출처: 비상교육

2) 화학 II

2009 개정교육과정에서의 화학 II는 화학적인 시각으로 자연 현상과 물질을 탐구하도록 서술되었으며 그 내용은 다양한 모습의 물질, 물질 변화와 에너지, 화학평형, 화학반응속도, 인류 복지와 화학 등 5개 영역으로 구성되었다. 다양한 모습의 물질에서는 물질의 상태, 분자 간 상호작용, 이상기체상태방정식, 용액의 총괄성 등을 다루고, 물질 변화와 에너지에서는 반응열, 에너지 보존, 반응의 자발성을 다루었다. 또 화학평형에서는 평형의 원리, 상평형, 용해 평형, 산-염기 평형, 화학전지 등을 다루고, 화학 반응 속도에서는 반응 속도, 반응 속도식 등을 익히고 촉매, 효소의 역할과 중요성을 다루었으며, 인류 복지와 화학에서는 의약품 개발과 녹색 화학 등을 다루었다. 따라서 미시적인 화학 반응 현상과 주요 원리 등을 다양한 관찰과 실험 활동을 통해 습득하게 함으로써 스스로 과학적 탐구 능력과 창의적인 문제 해결력을 배양하도록 하였다.

가) 화학 II 내용 영역 및 요소

영역		내용 요소
다양한 모습의 물질	물질의 상태	분자간 상호작용, 기체, 이상 기체 상태방정식, 액체와 고체, 상변화
	용액	용액의 농도, 증기압, 총괄성
물질 변화와 에너지	반응열	에너지, 엔탈피, 에너지 보존, 헤스의 법칙
	반응의 자발성	자발성, 엔트로피, 자유에너지
화학 평형	평형의 원리	화학평형, 평형상수, 평형의 이동, 상평형, 용해평형, 헨리의 법칙
	평형의 이용	산-염기 평형, 화학전지, 연료전지, 전기분해
화학 반응 속도	반응 속도	반응속도식, 반응차수, 반감기, 에너지 장벽
	촉매	촉매의 종류, 효소, 촉매의 이용
인류 복지와 화학		의약품 개발, 녹색 화학, 물의 광분해

<표13> 화학 II 내용 영역 및 요소_출처: 국가교육과정정보센터

나) 비상교육 화학Ⅱ 목차

대단원	중단원	소단원
I. 다양한 모습의 물질	1. 물질의 상태	1. 분자 간 상호 작용
		2. 기체
		실험: 기체의 부피와 압력, 온도 사이의 관계
		3. 액체와 고체
	2. 용액	4. 상변화
		1. 용액의 농도
2. 용액의 총괄성		
		실험: 어느점 내림으로 설탕과 포도당
II. 물질변화와 에너지	1. 반응열	1. 화학 반응과 에너지
		2. 엔탈피와 결합 에너지
		3. 헤스 법칙
		4. 에너지 보존
	2. 반응의 자발성	1. 엔트로피
		2. 자유 에너지
실험: 아연과 염산의 반응		
III. 화학평형	1. 화학평형과 평형이동	1. 화학 평형
		2. 평형 이동
		실험: 농도와 온도에 따른 평형 이동
	2. 상평형과 용해 평형	1. 상평형
		2. 용해 평형
	3. 산-염기 평형	1. 산-염기
		2. 중화 적정
		실험: 다양한 중화 적정
	4. 화학 전지와 전기 분해	1. 화학 전지
		실험: 다양한 화학 전지
2. 전기 분해		

IV. 화학 반응 속도	1. 반응 속도	1. 반응 속도
		2. 농도와 반응 속도
		3. 온도와 반응 속도
		실험: 반응 속도에 영향을 주는 요인
		4. 촉매와 반응 속도
V. 인류복지와 화학	1. 인류 복지 와 화학	1. 의약품
		실험: 아스피린 합성
		2. 녹색 화학

<표14> 비상교육 화학Ⅱ 목차_출처: 비상교육

나. IB DP Chemistry

IB DP Chemistry 교육과정(Syllabus)에서 화학을 다음과 같이 기술하였다. 화학은 학문적 연구와 실용적이고 탐구적인 능력 습득을 결합하는 실험 과학이다. 화학적 원리는 우리가 살고 있는 물리적 환경과 생명과학 시스템을 뒷받침한다. 화학은 의학, 생물학, 환경과학 등 고등교육과정의 전제조건이다. 이론과 실험은 학교나 과학 공동체에서 자연적으로 서로 보완하기 때문에 모든 학생들이 수행해야 한다. DP 화학 과정을 이수하는 학생들은 수학 적용 능력 향상 및 다양한 범위의 실용적인 기술을 발전시킬 수 있다. 또한 21세기 삶에 필수적인 대인관계 및 정보기술 능력을 향상시킬 수 있다. 학생들이 화학을 공부함으로써 과학자들이 어떻게 의사 소통하고 일하는지 알게 된다. 특정 주제 실험 활동에서 다양한 과학적 방법중 실용적 접근을 강조한다. 교사들은 학생들에게 전문적 기술을 발전시키고, 자료를 수집하고, 결과를 분석하고, 평가하고, 상호작용 할 수 있는 기회를 제공하게 된다.

IB DP Chemistry 교육과정의 목적은 다음과 같다.

- ① 국제적 맥락에서 자극적이고 도전적인 기회를 통해 과학적 연구와 창의성을 알아본다
- ② 과학기술의 특징인 지식, 방법 및 기술을 습득한다.
- ③ 과학기술의 특징인 지식, 방법 및 기술을 적용하고 사용한다.

- ④ 과학적 정보를 분석, 평가, 합성 능력을 발전시킨다.
- ⑤ 과학활동 중 효과적인 협력, 의사소통 가치의 비판적인 인식을 발전시킨다.
- ⑥ 현재의 기술을 활용하여 실험 과학 기술과 탐구과학 기술을 발전시킨다.
- ⑦ 과학을 연구에 21세기 의사소통기술을 적용하고 발전시킨다.
- ⑧ 글로벌시민으로서 과학기술 사용에 있어 윤리적 합의에 대해 비판적으로 인식한다.
- ⑨ 과학기술의 한계와 가능성의 가치를 발전시킨다.
- ⑩ 과학 분야와 다른 지식 분야 간의 영향을 미치는 관계에 대한 이해를 발전시킨다.

IB DP Curriculum과 For the Diploma Chemistry Second Edition(저자 Christopher Talbot, Richard Harwood and Christopher Coates)교재의 목차를 살펴보면 다음과 같고, Core는 아래와 같이 SL, HL 둘다 공통적으로 배우는 영역이다. Topic은 쯤달의 일반화학과 주제가 비슷하다는 것을 알 수 있다.

1) SL(Standard Level)

Component	Recommended teaching hours
Core	95
Topic 1: Stoichiometric relationships 1.1 Introduction to the particulate nature of matter and chemical change 1.2 The mole concept 1.3 Reacting masses and volumes	13.5
Topic 2: Atomic structure 2.1 The nuclear atom 2.2 Electron configuration	6
Topic 3: Periodicity 3.1 Periodic table 3.2 Periodic trends	6
Topic 4: Chemical bonding and structure 4.1 Ionic bonding and structure 4.2 Covalent bonding 4.3 Covalent structures 4.4 Intermolecular forces	13.5

4.5 Metallic bonding	
Topic 5 Energetics/thermochemistry	
5.1 Measuring energy changes	9
5.2 Hess's Law	
5.3 Bond enthalpies	
Topic 6 Chemical kinetics	
6.1 Collision theory and rates of reaction	7
Topic 7 Equilibrium	
7.1 Equilibrium	4.5
Topic 8 Acids and bases	
8.1 Theories of acids and bases	6.5
8.2 Properties of acids and bases	
8.3 The pH scale	
8.4 Strong and weak acids and bases	
8.5 Acid deposition	
Topic 9 Redox processes	
9.1 Oxidation and reduction	8
9.2 Electrochemical cells	
Topic 10 Organic chemistry	
10.1 Fundamentals of organic chemistry	11
10.2 Functional group chemistry	
Topic 11 Measurement and data processing	
11.1 Uncertainties and errors in measurement and results	10
11.2 Graphical techniques	
11.3 Spectroscopic identification of organic compounds	
Option(choice of one out of four)	15
A. Materials	15
A.1 Materials science introduction	
A.2 Metals and inductively coupled plasma (ICP) spectroscopy	
A.3 Catalysts	
A.4 Liquid crystals	
A.5 Polymers	
A.6 Nanotechnology	
A.7 Environmental impact - plastics	
B. Biochemistry	15
B.1 Introduction to biochemistry	
B.2 Proteins and enzymes	

B.3 Lipids B.4 Carbohydrates B.5 Vitamins B.6 Biochemistry and the environment C. Energy C.1 Energy sources C.2 Fossil fuels C.3 Nuclear fusion and fission C.4 Solar energy C.5 Environmental impact - global warming	15
D. Medicinal chemistry D.1 Pharmaceutical products and drug action D.2 Aspirin and penicillin D.3 Opiates D.4 pH regulation of the stomach D.5 Anti-viral medications D.6 Environmental impact of some medications	15
Practical scheme of work	40
Prescribed and other practical activities	20
Individual investigation (internally assessed)	10
Group4 project	10

<표15> IB DP 교재 SL 목차_출처: For the Diploma Chemistry Second Edition

2) HL(Higher Level)

Component	Recommended teaching hours
Core	95
Topic 1: Stoichiometric relationships 1.1 Introduction to the particulate nature of matter and chemical change 1.2 The mole concept 1.3 Reacting masses and volumes	13.5
Topic 2: Atomic structure 2.1 The nuclear atom 2.2 Electron configuration	6
Topic 3: Periodicity	6

3.1 Periodic table	
3.2 Periodic trends	
Topic 4: Chemical bonding and structure	
4.1 Ionic bonding and structure	
4.2 Covalent bonding	
4.3 Covalent structures	
4.4 Intermolecular forces	
4.5 Metallic bonding	13.5
Topic 5 Energetics/thermochemistry	
5.1 Measuring energy changes	
5.2 Hess's Law	9
5.3 Bond enthalpies	
Topic 6 Chemical kinetics	
6.1 Collision theory and rates of reaction	7
Topic 7 Equilibrium	
7.1 Equilibrium	4.5
Topic 8 Acids and bases	
8.1 Theories of acids and bases	
8.2 Properties of acids and bases	
8.3 The pH scale	
8.4 Strong and weak acids and bases	
8.5 Acid deposition	6.5
Topic 9 Redox processes	
9.1 Oxidation and reduction	
9.2 Electrochemical cells	8
Topic 10 Organic chemistry	
10.1 Fundamentals of organic chemistry	
10.2 Functional group chemistry	11
Topic 11 Measurement and data processing	
11.1 Uncertainties and errors in measurement and results	
11.2 Graphical techniques	
11.3 Spectroscopic identification of organic compounds	10
Additional higher level(AHL)	60
Topic 12 Atomic structure	
12.1 Electron in atoms	2
Topic 13 The periodic table-the transition metals	
13.1 First-row d-block elements	4

13.2 Coloured complexes	
Topic 14 Chemical bonding and structure 14.1 Further aspects of covalent bonding and structure 14.2 Hybridization	7
Topic 15 Energetics/thermochemistry 15.1 Energy cycles 15.2 Entropy and spontaneity	7
Topic 16 Chemical kinetics 16.1 Rate expression and reaction mechanism 16.2 Activation energy	6
Topic 17 Equilibrium 17.1 The equilibrium law	4
Topic 18 Acids and bases 18.1 Lewis acids and bases 18.2 Calculations involving acids and bases	10
Topic 19 Redox processes 19.1 Electrochemical cells	6
Topic 20 Organic chemistry 20.1 Types of organic reactions 20.2 Synthetic routes 20.3 Stereoisomerism	12
Topic 21 Measurement and analysis 21.1 Spectroscopic identification of organic compounds	2
Option(choice of one out of four) A. Materials A.1 Materials science introduction A.2 Metals and inductively coupled plasma (ICP) spectroscopy A.3 Catalysts A.4 Liquid crystals A.5 Polymers A.6 Nanotechnology A.7 Environmental impact - plastics A.8 Superconducting metals and X-ray crystallography (AHL) A.9 Condensation polymers (AHL) A.10 Environmental impact - heavy metals (AHL)	15 15

B. Biochemistry	15
B.1 Introduction to biochemistry	
B.2 Proteins and enzymes	
B.3 Lipids	
B.4 Carbohydrates	
B.5 Vitamins	
B.6 Biochemistry and the environment	
B.7 Proteins and enzymes (AHL)	
B.8 Nucleic acids (AHL)	
B.9 Biological pigments (AHL)	
B.10 Stereochemistry in biomolecules (AHL)	
C. Energy	15
C.1 Energy sources	
C.2 Fossil fuels	
C.3 Nuclear fusion and fission	
C.4 Solar energy	
C.5 Environmental impact - global warming	
C.6 Electrochemistry, rechargeable batteries and fuel cells (AHL)	
C.7 Nuclear fusion and nuclear fission (AHL)	
C.8 Photovoltaic and dye-sensitized solar cells(AHL)	
D. Medicinal chemistry	15
D.1 Pharmaceutical products and drug action	
D.2 Aspirin and penicillin	
D.3 Opiates	
D.4 pH regulation of the stomach	
D.5 Anti-viral medications	
D.6 Environmental impact of some medications	
D.7 Taxol - a chiral auxiliary case study (AHL)	
D.8 Nuclear medicine (AHL)	
D.9 Drug detection and analysis (AHL)	
Practical scheme of work	40
Prescribed and other practical activities	20
Individual investigation (internally assessed)	10
Group4 project	10

<표16> IB DP 교재 HL 목차_출처: For the Diploma Chemistry Second Edition

IB DP Chemistry 교육과정과 교재를 분석해보면 SL과 HL의 주제가 같은 것을 알 수 있다. 내용을 보면 SL에서는 핵심 Core만 배우고 HL은 SL의 핵심 Core에 심화된 내용을 포함하고 있다. 공유결합 부분만 살펴보면 핵심 Core인 Topic 4. Chemical bonding and structure에서는 공유결합 형성 원리, 다중결합에 따른 결합길이 및 결합에너지, 극성 및 무극성 결합, 공유결합의 루이스 구조, VSEPR(Valence Shell Electron Pair Repulsion Theory), 극성 및 무극성 분자, 탄소 동소체, 분자간 힘(분산력, 극성-극성, 수소결합)을 다루었다. HL Topic 14. Chemical bonding and structure에서는 챕터명이 14.1 Further aspects of covalent bonding and structure로 Topic 4에서 배운 내용에서 추가 내용을 배운다는 의미를 가지고 있다. 내용을 살펴보면 중심원자 공유전자쌍과 비공유전자쌍의 개수에 따른 분자 모형을 아래표와 같이 SL에서 다루지 않은 중심원자 공유전자쌍과 비공유전자쌍의 개수에 따른 분자 모형까지 다루었다.

Total number of electron pairs	Number of electron domains		Molecular shape	Examples
	Bonding pairs	Lone pairs		
5	2	3	Linear	ICl_2^- , XeF_2 , I_3^-
5	3	2	T-shaped	ClF_3 , BrF_3
5	4	1	See-saw (distorted tetrahedral)	SF_4
5	5	0	Trigonal bipyramidal	PCl_5
6	6	0	Octahedral	SF_6 , PF_6^-
6	5	1	Square pyramidal	BrF_5 , ClF_5
6	4	2	Square planar	XeF_4 , ICl_4^-

<표17> 전자쌍 개수에 따른 VSEPR 구조_출처: For the Diploma Chemistry Second Edition

또한 확장된 옥텟규칙 및 형식전하를 이용하여 여러 루이스 구조를 이해시켰고, 루이스 구조로 설명하지 못한 공유결합 분자의 특징을 VB이론(Valence bond theory)과 MO이론(Molecular orbital theory)으로 설명하였다.

2. 대학수학능력시험 화학 I·화학 II와 IB DP Chemistry 시험체계, 과목별 응시자 수 분석

가. 대학수학능력시험과 IB DP Chemistry 시험체계

1) 대학수학능력시험

대학수학능력시험은 매년 11월에 시행되고 국어, 수학, 영어, 한국사, 탐구(사회·과학), 제2외국어·한문 영역으로 평가가 이루어진다. 한국사, 영어, 제2외국어·한문을 제외한 나머지 영역은 상대평가로 이루어지고, 문항 형식은 5지 선다형으로 출제가 된다. 과학탐구영역은 물리 I, 화학 I, 생명과학 I, 지구과학 I, 물리 II, 화학 II, 생명과학 II, 지구과학 II 과목 8개 중에 최대 2개 선택까지 할 수 있다. 시험 시간은 한 과목 당 30분이고, 2점과 3점 문항으로 총 20문항으로 구성된다. 시험 성적은 백분위, 표준 점수, 등급(1~9등급)이 제공된다.

2) IB DP

SL과 HL 둘다 공통적으로 3개의 시험인 Paper1, 2, 3를 보게 되고 Paper1은 객관식 문제로 구성되었고, Paper2는 단답형 문제 또는 긴 서술형 문제들로 섞여 있고, Data booklet을 활용하여 문제를 풀 수 있도록 하였다. Paper3는 실험 데이터 또는 실생활에 적용된 사례 등을 소재로 한 질문과 option에 대하여 단답형 문제 또는 간단한 서술형 시험이고, Paper3도 Data booklet이 주어진다. Paper 3는 Section A와 Section B로 구분되고, Section A는 Core 부분의 데이터 분석 문제 중심으로 구성되어 있고, 모든 학생들이 필수로 풀어야 한다. Section B는 Option 4개중 하나를 선택한다. 화학은 외부평가(External Assessment:EA)가 전체 80%를 차지하고 내부평가(Internal Assessment: IA) 20%는 개인이 쓴 보고서가 들어간다.

가) SL Assessment model

Type of assessment	Format of assessment	Time (hours)	Weighting of final grade(%)
External		3	80
Paper 1	30 multiple-choice questions(Core)	0.75	20
Paper 2	Short answer and extended response questions(Core)	1.25	40
Paper 3	Data-and practical-bases questions, plus short answer and extended response questions on the option	1	20
internal		10	20
Individual investigation	Investigation and write-up of 6 to 12 pages	10	20

<표18> SL Assessment model_출처: IBO 홈페이지

나) HL Assessment model

Type of assessment	Format of assessment	Time (hours)	Weighting of final grade(%)
External		4.5	80
Paper 1	40 multiple-choice questions(Core and AHL)	1	20
Paper 2	Short answer and extended response questions(Core and AHL)	2.25	36
Paper 3	Data-and practical-bases questions, plus short answer and extended response questions on the option	1.25	24
internal		10	20
Individual investigation	Investigation and write-up of 6 to 12 pages	10	20

<표19> HL Assessment model_출처: IBO 홈페이지

나. 대학수학능력시험과 IB DP 과학 과목별 응시자 수

1) 대학수학능력시험 과학탐구 영역

(비율 = 응시자 수/ 과학탐구 응시자 수)

	2010년 시행		2011년 시행		2012년 시행		2013년 시행	
	7차 교육과정		7차 교육과정		7차 교육과정		2007개정교육과정	
	선택 상한 4개		선택 상한 3개		선택 상한 3개		선택 상한 2개	
	응시자	비율	응시자	비율	응시자	비율	응시자	비율
물리 I	121,564	53.5	89,002	37.5	85,635	35.4	52,692	22.3
화학 I	182,809	80.4	155,577	65.5	155,597	64.4	136,761	58.0
생물과학 I	196,289	86.4	169,331	71.3	170,909	70.7	137,375	58.2
지구과학 I	150,292	66.1	134,194	56.5	140,779	58.2	78,836	33.4
물리 II	25,228	11.1	19,080	8.0	21,121	8.7	5,758	2.4
화학 II	56,232	24.7	36,238	15.3	34,540	14.3	10,200	4.3
생물과학 II	92,918	40.9	72,263	30.4	72,416	29.9	39,676	16.8
지구과학 II	30,498	13.4	25,016	10.5	27,550	11.4	10,442	4.4
과학탐구 응시자 수	227,264	-	237,589	-	241,790	-	235,946	-
	2014년 시행		2015년 시행		2016년 시행		2017년 시행	
	2007개정교육과정		2007개정교육과정		2009개정교육과정		2009개정교육과정	
	선택 상한 2개		선택 상한 2개		선택 상한 2개		선택 상한 2개	
	응시자	비율	응시자	비율	응시자	비율	응시자	비율
물리 I	52,032	22.6	50,377	21.8	56,396	23.1	57,797	23.6
화학 I	135,360	58.8	123,126	53.4	119,758	49.1	99,657	40.7
생물과학 I	139,814	60.7	142,978	62.0	147,170	60.4	149,773	61.2
지구과학 I	84,144	36.5	103,518	44.9	133,292	54.7	156,206	63.8
물리 II	3,953	1.7	3,479	1.5	2,902	1.2	2,839	1.2
화학 II	5,453	2.4	3,936	1.7	3,603	1.5	3,340	1.4
생물과학 II	30,933	13.4	23,405	10.1	14,283	5.9	9,140	3.7
지구과학 II	8,898	3.9	10,443	4.5	10,084	4.1	10,424	4.3
과 학 탐 구 응시자 수	230,377	-	230,729	-	243,857	-	244,733	-

	2018년 시행		2019년 시행	
	2009개정교육과정		2009개정교육과정	
	선택 상한 2개		선택 상한 2개	
	응시자	비율	응시자	비율
물리 I	58,151	24.0	54,792	25.8
화학 I	87,122	36.0	73,663	34.7
생명과학 I	151,137	62.4	128,033	60.3
지구과학 I	164,899	68.1	148,540	69.9
물리 II	2,925	1.2	2,738	1.3
화학 II	3,153	1.3	2,934	1.4
생명과학 II	8,493	3.5	7,190	3.4
지구과학 II	8,083	3.3	6,656	3.1
과 학 탐 구 응시자 수	242,128	-	212,390	-

<표20> 대학수학능력시험 과학탐구영역 응시자 수

출처: 2010년 ~ 2019년 대학수학능력시험 채점결과 보도자료

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1위	생 I 86.4	생 I 71.3	생 I 70.7	생 I 58.2	생 I 60.7	생 I 62.0	생 I 60.4	지 I 63.8	지 I 68.1	지 I 69.9
2위	화 I 80.4	화 I 65.5	화 I 64.4	화 I 58.0	화 I 58.8	화 I 53.4	지 I 54.7	생 I 61.2	생 I 62.4	생 I 60.3
3위	지 I 66.1	지 I 56.5	지 I 58.2	지 I 33.4	지 I 36.5	지 I 44.9	화 I 49.1	화 I 40.7	화 I 36.0	화 I 34.7
4위	물 I 53.5	물 I 37.5	물 I 35.4	물 I 22.3	물 I 22.6	물 I 21.8	물 I 23.1	물 I 23.6	물 I 24.0	물 I 25.8
5위	생 II 40.9	생 II 30.4	생 II 29.9	생 II 16.8	생 II 13.4	생 II 10.1	생 II 5.9	지 II 4.3	생 II 3.5	생 II 3.4
6위	화 II 24.7	화 II 15.3	화 II 14.3	지 II 4.4	지 II 3.9	지 II 4.5	지 II 4.1	생 II 3.7	지 II 3.3	지 II 3.1
7위	지 II 13.4	지 II 10.5	지 II 11.4	화 II 4.3	화 II 2.4	화 II 1.7	화 II 1.5	화 II 1.4	화 II 1.3	화 II 1.4
8위	물 II 11.1	물 II 8.0	물 II 8.7	물 II 2.4	물 II 1.7	물 II 1.5	물 II 1.2	물 II 1.2	물 II 1.2	물 II 1.3

<표21> 대학수학능력시험 과학탐구영역 선택 순위

탐구 영역에서 2010년 시행된 대학수학능력시험까지 선택 상한선을 4개, 2011년 ~ 2012년은 3개, 2013년 ~ 현재까지는 2개로 축소되었다. 선택 상한선이 4개인 2010년까지는 서울대학교 입학 기준인 I 과목 3개, II 과목 1개에 맞춰 선택하려는 경향과 물리, 화학, 생물, 지구과학 I 모두 하는 것을 상당히 부담스러워했고, 대다수의 대학이 상위 3과목만 반영하는 경우가 많아 한 과목을 사실상 버려도 되었다. 따라서 대다수의 수험생들이 II 과목을 하나 끼워넣어서 선택했고, 오히려 I 과목만 4개를 선택한 수험생은 드물었다. 선택 상한선이 3개인 2011년, 2012년은 II 과목 선택 기피 현상이 이루어지고 I 과목 3개를 주로 선택하였다. II 과목은 서울대학교나 기술원 대학을 희망하는 학생들이 주로 선택하였다. 2012년까지는 주로 I 과목을 3개를 선택하게 되어 물리 I, 화학 I 기피 현상이 크게 나타나지 않다가 2007·2009 개정교육과정에서 화학 II 내용의 몰, 화학반응에서의 양적관계 단원이 화학 I 으로 내려오는 것과 동시에 선택 상한 과목 수가 2개로 줄어들면서 화학 I 선택 기피 현상이 나타나기 시작하였다. 특히 몰, 화학반응에서의 양적관계 단원에서 복잡한 수학적 계산이 필요한 문제들이 등장하면 화학 I 선택 기피 현상이 크게 증가하게 되었다.

선택과목 수가 4과목 → 3과목 → 2과목으로 축소되면서 학생들은 같은 계열의 I 과 II 중에서 좀 더 쉽다고 느끼는 I 과목으로 쏠리게 되었다. 4과목에서 3과목, 2과목으로 줄어든 시점에 화학 II 선택 비율이 24.7% → 15.3% → 4.3%로 급격히 줄어들었다. 이런 현상이 매년 반복되자 점점 II 과목은 최상위권 학생들이 선택하는 과목이 되었고, 특히 물리 II·화학 II는 특목고 학생들이 선택하는 과목으로 인식이 되어 일반고 학생들이 높은 등급을 받기에 경쟁력이 부족하여 선택 비율이 더욱 줄어들었다. 또한 물리 II·화학 II는 최상위권 학생들의 선택으로 변별을 위해 문제 수준을 더욱 높이는 바람에 일반고 학생들의 접근성은 더욱 힘들어졌다.

2) IB DP 과학 과목별 응시자 수

(비율 = 응시자 수/ Science Total)

	2016년 5월 시행			2016년 11월 시행		
	응시자	비율	평균등급	응시자	비율	평균등급
Biology - HL	28,457	28.5	4.26	2,152	17.7	4.68
Biology - SL	18,717	18.7	4.15	3,107	25.6	3.82
Chemistry - HL	15,108	15.1	4.43	1,917	15.8	5.12
Chemistry - SL	14,563	14.6	3.83	2,128	17.5	3.68
Physics - HL	11,349	11.3	4.56	1,251	10.3	5.00
Physics - SL	11,810	11.8	3.94	1,595	13.1	3.98
Science Total	100,004	-	-	12,150	-	-
	2017년 5월 시행			2017년 11월 시행		
	응시자	비율	평균등급	응시자	비율	평균등급
Biology - HL	29,950	28.1	4.33	2,797	19.5	4.57
Biology - SL	20,489	19.2	4.21	3,587	25.1	4.04
Chemistry - HL	16,134	15.1	4.49	2,187	15.3	5.23
Chemistry - SL	14,942	14.0	3.96	2,358	16.5	3.75
Physics - HL	12,284	11.5	4.66	1,699	11.9	4.71
Physics - SL	12,845	12.0	4.09	1,683	11.8	4.12
Group 4 Total	106,644	-	-	14,311	-	-
	2018년 5월 시행			2018년 11월 시행		
	응시자	비율	평균등급	응시자	비율	평균등급
Biology - HL	30,980	28.4	4.35	2,605	15.5	4.61
Biology - SL	20,504	18.8	4.23	4,966	29.5	3.65
Chemistry - HL	16,383	15.0	4.46	2,438	14.5	5.27
Chemistry - SL	15,398	14.1	3.99	2,666	15.9	3.75
Physics - HL	12,956	11.9	4.66	1,609	9.6	5.00
Physics - SL	12,787	11.7	4.06	2,533	15.1	3.71
Group 4 Total	109,008	-	-	16,817	-	-

	2019년 5월 시행			2019년 11월 시행		
	응시자	비율	평균등급	응시자	비율	평균등급
Biology - HL	30,925	27.3	4.34	2,595	15.5	4.59
Biology - SL	23,318	20.6	4.18	4,753	28.5	3.64
Chemistry - HL	16,838	14.8	4.51	2,463	14.8	5.24
Chemistry - SL	15,947	14.1	4.02	2,903	17.4	3.61
Physics - HL	13,900	12.3	4.65	1,580	9.5	5.02
Physics - SL	12,530	11.0	4.04	2,397	14.4	3.67
Group 4 Total	113,458	-	-	16,691	-	-

<표22> IB DP 과학과목 응시자 수

IB DP Group 4에서 과학 과목 선택 비율은 매년 생물의 선택 비율이 제일 높고, 화학, 물리 순으로 선택이 이루어진다는 것을 알 수 있다. 문과 계열을 진학하는 학생들이 주로 SL을 선택하고, 이공계를 진학하는 학생들은 HL을 선택하기 때문에 평균 등급 점수가 HL의 시험이 더 어려움에도 불구하고 HL의 평균 등급이 높은 것을 볼 수 있다. 우리나라 대학수학능력시험과 달리 IB DP Science에서는 과목 간 선택 비율 차이가 크게 나지 않고, 우리나라처럼 물리·화학 선택 기피 현상은 일어나지 않고 있다.

3. 대학수학능력시험과 IB DP Chemistry 문항 교과서 내용에 따른 분류 및 문항의 내용 수준, 행동영역 비교 분석

가. 교과서 내용에 따른 분류

1) 대학수학능력시험

2018·2019년에 시행된 대학수학능력시험은 2009 개정교육과정에 따른 시험이다. 따라서 교과서 내용에 따른 분류를 2009 개정교육과정에 맞춰 분류하였고, 그 결과는 <표23>, <표24> 와 같다.

가) 대단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류

대단원	문항 수		문항 수 합계	비율 (%)
	2018년 시행	2019년 시행		
I. 화학의 언어	6	5	11	27.5
II. 개성 있는 원소	5	5	10	25.0
III. 아름다운 분자 세계	5	5	10	25.0
IV. 짧은 화학 반응	4	5	9	22.5

<표23> 대단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류

2018·2019년 시행된 대학수학능력시험 화학 I 대단원별 문항 수가 거의 비슷하다는 것을 알 수 있다. 어느 한 단원에 치중하여 출제하지 않고 4개의 단원에서 고르게 출제를 하여 학생들이 특정한 단원만 공부하는 것이 아니라 모든 단원을 고르게 공부할 수 있도록 하였다.

나) 중단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류

()은 배점

대단원	중단원	문항 번호		문항수 합계	비율 (%)
		2018년 시행	2019년 시행		
I.화학의 언어	1. 인류 문명과 화학	1(2)	1(2)	2	5
	2. 물질의 양과 화학 반응식	9(2), 12(3) 16(3),18(2) 19(3)	3(3), 14(3) 17(2), 19(3)	9	22.5
II.개성있 는 원소	1. 원자의 구조	3(2), 10(2) 14(2)	5(3), 7(3) 13(2)	6	15.0
	2. 주기적 성질	13(2), 15(3)	10(2), 15(3)	4	10.0
III.아름다 운 분자 세계	1. 물질의 대칭과 화 학결합	5(2), 11(3)	2(2), 4(3) 6(2)	5	12.5
	2. 분자의 구조와 성 질	2(2), 6(3) 17(3)	11(3), 16(2)	5	12.5
IV.똥은꼴 화학반응	1. 산화-환원 반응	4(2), 7(3)	8(2), 9(2) 20(2)	5	12.5
	2. 산-염기	8(2), 20(3)	12(3), 18(3)	4	10.0

<표24> 중단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류

중단원별 분석 결과 I-2 물질의 양과 화학반응식 단원이 많이 출제된 것을 볼 수 있다. I-2 물질의 양과 화학반응식 단원에서 계산이 복잡하고, 해결하는데 오랜 시간이 걸리는 문제들이 많이 출제 되었다. 따라서 화학 I 시험에서 시간 부족의 어려움을 많이 느끼는 수험생들이 많아졌고, 수험생들간에 화학 I 을 타임어택 시험 이라는 표현을 쓰게 되었다.

문항 배열은 단원 순서대로 출제되지 않고, 난이도가 어려운 문제들은 뒷번호로 배치되었다. 시간 배분을 잘 하지 못하여 충분한 시간이 남지 않으면 뒷부분의 고 난이도 문제를 해결하는데 학생들은 많은 어려움을 느꼈을 것이다.

다) 대단원별 화학Ⅱ 문항 교과서 내용에 따른 분류

대단원	문항 수		합계	비율 (%)
	2018년 시행	2019년 시행		
I. 다양한 모습의 물질	7	4	11	27.5
II. 물질 변화와 에너지	4	4	8	20.0
III. 화학 평형	6	8	14	35.0
IV. 화학 반응 속도	3	3	6	15.0
V. 인류 복지와 화학	0	1	1	2.5

<표25> 대단원별 화학Ⅱ 문항 교과서 내용에 따른 분류

화학Ⅱ는 화학Ⅰ과 달리 5개 대단원 간 출제 비율이 비슷하지 않고, V. 인류 복지와 화학 단원에서 적게 출제 되었고, III. 화학평형 단원에서 많이 출제되었다. 이는 내용적 측면에서 V단원은 중단원이 1개인 반면, III단원은 중단원 4개로 학습 내용 차이가 난다. 교과서 분량으로 살펴보아도 V단원은 20페이지, III단원은 90페이지로 III단원의 학습양이 많다는 것을 알 수 있다.

라) 중단원별 화학Ⅱ 문항 교과서 내용에 따른 분류

()은 배점

대단원	중단원	문항 번호		합계	비율 (%)
		2018년 시행	2019년 시행		
I. 다양한 모습의 물질	1. 물질의 상태	2(2), 3(3) 4(2), 18(3)	4(2), 5(2) 9(2)	7	17.5
	2. 용액	6(3), 7(3) 10(2)	6(3)	4	10.0
II. 물질변화와 에너지	1. 반응열	16(3)	12(3)	2	5.0
	2. 반응의 자발성	5(2), 9(2) 15(3)	2(2), 3(2) 7(3)	6	15.0
III. 화학평형	1. 화학평형과 평형이동	14(2), 20(3)	10(3), 18(2) 19(3)	5	12.5
	2. 상평형과 용해 평형	13(2)	11(2), 13(3) 15(3)	4	10.0

	3. 산-염기 평형	11(3)	17(3)	2	5.0
	4. 화학 전지와 전기 분해	1(2), 8(2)	8(2)	3	7.5
IV. 화학 반응 속도	1. 반응 속도	12(3), 17(3) 19(3)	14(2), 16(2) 20(3)	6	15.0
V. 인류복지와 화학	1. 인류 복지와 화학		1(2)	1	2.5

<표26> 중단원별 화학 I 문항 교과서 내용에 따른 분류

화학 II 중단원 분석 결과 I-1 물질의 상태 단원에서 출제 빈도가 높다는 것을 알 수 있다. 화학 II도 화학 I 과 같이 문항 배열은 단원 순서대로 출제 되지 않았다.

2) IB DP

IB DP는 SL과 HL을 따로 분리해서 단원별 출제 빈도를 분석하는 것보다는 같이 분석하는 것이 좋겠다. SL의 Core와 HL의 AHL의 단원명이 같기 때문이다. 예를 들어 SL Topic 2는 Atomic structure, HL Topic 12는 Atomic structure로 같음을 알 수 있다. 그리고 IB DP 시험은 Paper 1, 2, 3로 보는데 Paper 3는 Option 4개중 하나를 선택하여 응시하기 때문에 Paper 3 단원별 분류는 제외하겠다.

단원		문항 번호				합계	비율 (%)
		2018년 11월		2019년 5월			
		Paper 1	Paper 2	Paper 1	Paper 2		
Stoichiometric relationships	SL	1, 2, 3, 4	1(a)(i), (ii), 2(b)	1, 2, 3, 4	2(b)(ii), 3(b), 4(d)	14	11.6
	HL	1, 2, 3	1(a)(i), (ii), 2(a)	1, 2, 3	2(f)(ii), 3(f), (i), 4(d)	13	6.8
Atomic structure	SL	5, 6	3(a)(i), (ii)	5, 6, 7	6(a), (b)	9	7.4
	HL	4	3(a)(i), (ii), (e)	4, 5, 6	6(a), (b), (c), (d)	11	5.7
Periodicity	SL	7, 8	4(a), (b)(i), (ii)	8	3(a)(ii), (d), 4(a)	9	7.4

단원		문항 번호				합계	비율 (%)
		2018년 11월		2019년 5월			
		Paper 1	Paper 2	Paper 1	Paper 2		
	HL	5, 6, 7, 8	4(a),(b), (c),(d)	7, 8	3(a),(b),(e), (j),4(a)	15	7.8
Chemical bonding and structure	SL	9, 10, 11, 12	3(b),(c) 6(b)	9, 10, 11, 12	2(c),3(a)(i) ,5(c)(i),(ii)	15	12.4
	HL	9, 10, 11, 12, 13	3(b)(i), (ii), (c), 6(d)	9, 10, 11, 12, 13	2(h),3(c), 5(c)(i), (ii),(iii),(iv)	20	10.4
Energetics/thermochemistry	SL	13, 14, 15	1(b)(i), (ii),(iii), 7(a),(b), (c),(d)	13, 14, 15	3(c)(i),(ii)	15	12.4
	HL	14, 15, 16, 17	1(b)(i), (ii),(iii), 3(d)(iii), 5(b),(c), (d),7(a), (b),(c),(d)	14, 15, 16, 17	3(d)(i), (ii),(iii), 3(g)(i), (ii),(h)	25	13.0
Chemical kinetics	SL	16, 17	1(c)(i), (ii),(iii)	16, 17, 29	4(b)(i), (ii),(iii), (iv)	12	9.9
	HL	18, 19, 20, 21	1(c)(i), (ii),(iii), 10(a),(b),(c)	18, 19, 20, 21, 39	4(b)(i), (ii),(iii), (iv),(v)	20	10.4
Equilibrium	SL	18	5(a),(b)	18	5(b)	5	4.1
	HL	22, 23	5(a),(e)	22, 23	5(b), 6(f)(iii)	8	4.2
Acids and bases	SL	19, 20	6(a),(c)	19, 20	2(b)(i), 5(a)	8	6.6
	HL	24, 25, 26, 27	6(a)(i),(ii) ,6(b)(i), (ii),(c)	24, 25, 26, 27	2(f)(i), 5(a),(d)(i) ,(ii),(iii)	18	9.4

단원		문항 번호				합계	비율 (%)
		2018년 11월		2019년 5월			
		Paper 1	Paper 2	Paper 1	Paper 2		
Redox processes	SL	21, 22, 23	2(d)(i), (ii),(iii), 3d(i),(ii)	21, 22, 23	3(e), 6(c)	13	10.7
	HL	28, 29, 30, 31	1(d),2(d) 3d(i),(ii) 6(a)(iii) 6(e)(i),(ii)	28, 29, 30, 31	2(g), 3(k), 6(e),(f)(i),(ii),7	21	10.9
Organic chemistry	SL	24, 25, 26, 27, 28, 29	2(a),(c)	24, 25, 26, 27, 30	1(b),(c)(i),(ii),2(a),4(c)	18	14.9
	HL	32, 33, 34, 35, 36, 37	8(a), (b)(i),(ii), 9(a),(b),(c),(d),(e)	32, 33, 34, 35, 36, 37	1(b),(c)(i),(ii),(d)(i),(ii),(e), 2(c),(d), (e)(i),4(c)	30	15.6
Measurement and data processing	SL	30		28	1(a)	3	2.5
	HL	38, 39, 40	2(b),(c) 8(c)	38, 40	1(a), 2(a),(b)	11	5.7

<표27> 단원별 IB DP 문항 교재 내용에 따른 분류

Paper 1은 SL, HL 모두 문항 번호가 단원 순서대로 출제되는 경향을 보인다. Paper 2에서는 한 문항 안에 여러 중문항 및 소문항이 출제되고, 여러 단원이 섞여서 출제되는 경향성을 보이고 있다. SL과 HL에서 공통 출제 문항이 여러 있었고, 단원별 출제 비율은 대체로 비슷한 양상을 보였다.

나. 문항의 내용 수준 분석

2018년, 2019년 시행된 대학수학능력시험 화학 문항과 2018년 11월, 2019년 5월에 시행된 IB DP 시험 화학 문제를 우리나라 교육과정 단원 기준에 맞춰 분석하려고 한다.

1) 물질의 양과 화학 반응식

18. 다음은 A(g)가 분해되어 B(g)와 C(g)를 생성하는 반응의 화학 반응식이고, $\frac{C \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} = \frac{8}{27}$ 이다.

$$2A(g) \rightarrow bB(g) + C(g) \quad (b \text{는 반응 계수})$$

그림 (가)는 실린더에 A(g) w g 을 넣었을 때를, (나)는 반응이 진행되어 A와 C의 몰수가 같아졌을 때를, (다)는 반응이 완결되었을 때를 나타낸 것이다. (가)와 (다)에서 실린더 속 기체의 부피는 각각 2L, 5L이다.

(가) (나) (다)

(나)에서 x 는? (단, 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

① $\frac{46}{81}w$ ② $\frac{16}{27}w$ ③ $\frac{2}{3}w$ ④ $\frac{23}{27}w$ ⑤ $\frac{73}{81}w$

<그림9> 2018년 화학 I 18번 문제_출처: 한국교육과정 평가원

기체의 온도와 압력이 같을 때 기체의 몰수는 기체의 부피에 비례하며, 반응 몰수 비는 계수 비와 같다. (가)와 (다)에서 기체의 몰수 비가 2:5이므로 계수 비는 반응물:생성물=2:5이다. 따라서 $b=4$ 이다. 반응 전후 질량의 합은 같으므로 A 2몰의 질량은 B 4몰의 질량과 C 1몰의 질량의 합과 같다. A의 분자량을 $27M_1$, B의 분자량을 M_2 라고 할 때, 분자량 비는 $A:C=27:8$ 이므로 C의 분자량은 $8M_1$ 이고, $2 \times 27M_1 = 4 \times M_2 + 8M_1$ 이므로 $M_2=11.5M_1$ 이다. (나)에서 생성된 C의 몰수는 a 몰이

므로 생성된 B의 몰수는 $4a$ 몰이다. 또한 $\frac{x}{11.5M_1}=4a$, $x=46aM_1$ 이고, (나)에 들어 있는 A의 질량은 $27aM_1$ g, C의 질량은 $8aM_1$ g이므로 $27aM_1+46aM_1+8aM_1=w$, $aM_1 = w/81$ 이다. 따라서 $x=46aM_1=46w/81$ 이다.

이 문제는 기체의 온도와 압력이 같을 때 기체의 몰수비와 부피비가 같다는 개념을 이용하여 미지의 계수값을 구하고, 질량보존의 법칙을 이용하여 A, B, C 분자량 비를 구한다. 이 문제의 개념은 간단하지만 문제를 해결하는데 많은 수학적 능력과 시간이 요구된다. 매년 화학양론 문제가 고득점 수험생들의 변별력 문제가 되고, 주로 뒷번호에 배치가 되는데 일반 학생들은 시간 부족으로 이 문제를 해결하는데 많은 어려움을 겪고 있다. 7차 교육과정에서 2009 개정교육과정으로 바뀌면서 화학양론 문제가 등장했고, 화학양론의 복잡하고 어려운 문제들 등장으로 인하여 학생들이 화학 I 선택에 있어 기피 현상이 발생하고 있다. 화학 개념을 알아도 수학적 사고력이 부족하여 문제에 접근할 수 없는 문제들이 지속되자 학생들은 화학 공부는 재미있지만, 시험을 보면 좌절감을 느껴 화학이 아닌 다른 과목으로 선택한다고 한다.

다음으로 화학양론 문제가 IB DP에서는 어떻게 출제되는지 알아보도록 하자. IB DP는 Paper 1과 Paper 2 각각 문제 형식이 다르기 때문에 Paper 1, 2 각각 1문제씩 분석하도록 하겠다.

2. What volume of carbon dioxide, $\text{CO}_2(\text{g})$, can be obtained by reacting 1 dm^3 of methane, $\text{CH}_4(\text{g})$, with 1 dm^3 of oxygen, $\text{O}_2(\text{g})$?

$$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

A. 0.5 dm^3
 B. 1 dm^3
 C. 2 dm^3
 D. 6 dm^3

<그림10> 2019년 5월 IB DP HL Paper 1, 2번 문제_출처: IBO store

반응 몰수비는 계수비와 같고, 기체의 몰수비는 부피비와 같다는 개념과 한계 반응

물 개념을 이용하면 $\text{CH}_4 : \text{O}_2 = 1 : 2$, CH_4 는 1dm^3 중 0.5dm^3 반응, O_2 는 1dm^3 중 1dm^3 반응, CO_2 는 0.5dm^3 생성된다는 것을 알 수 있다. IB DP HL Paper 1 문제는 화학 개념을 제대로 학습하면 어렵지 않게 Paper 1 화학양론을 풀 수 있다는 것을 알 수 있다.

(f) Sodium peroxide, Na_2O_2 , is formed by the reaction of sodium oxide with oxygen.

$$2\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O}_2(\text{s})$$

Calculate the percentage yield of sodium peroxide if 5.00 g of sodium oxide produces 5.50 g of sodium peroxide. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

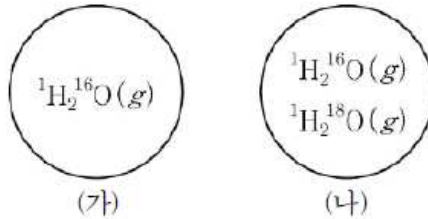
.....

<그림11> 2019년 5월 IB DP HL Paper 2, 3(f)번 문제_출처: IBO store

5g의 산화나트륨을 반응시켜서 생성물인 과산화나트륨 5.5g이 생성되었을 때 수득률을 계산하는 문제로 산화나트륨 : 과산화나트륨의 몰수비는 1 : 1 이다. 따라서 산화나트륨의 몰수를 구하면 과산화나트륨의 몰수를 구할 수 있고, 몰수를 통해 이론적으로 생성가능한 과산화나트륨의 질량을 구할 수 있다. 실제 생성된 질량과 이론값을 백분율로 계산하면 수득률을 구할 수 있는 문제이다. 위 그림에서 보듯이 Paper 2는 서술형 문제로 문제지에 답을 쓸 수 있게 하였고, Paper 2는 계산기를 활용하여 계산하는 것이 특징이다. IB DP의 화학양론 문제들은 주로 화학실험에서 레포트 작성 시 필요한 능력을 테스트하는 형식이 많다.

2) 원자의 구조

14. 그림은 부피가 동일한 용기 (가)와 (나)에 기체가 각각 들어 있는 것을 나타낸 것이다. 두 용기 속 기체의 온도와 압력은 같고, 두 용기 속 기체의 질량 비는 (가):(나) = 45 : 46이다.



(나)에 들어 있는 기체의 $\frac{\text{전체 중성자 수}}{\text{전체 양성자 수}}$ 는? (단, H, O의 원자 번호는 각각 1, 8이고, ^1H , ^{16}O , ^{18}O 의 원자량은 각각 1, 16, 18이다.)

- ① $\frac{8}{15}$ ② $\frac{17}{29}$ ③ $\frac{19}{27}$ ④ $\frac{21}{25}$ ⑤ $\frac{8}{9}$

<그림12> 2018년 화학 I 14번 문제_출처: 한국교육과정 평가원

$^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ 의 분자량은 18, $^1\text{H}_2^{18}\text{O}$ 의 분자량은 20이다. (가)와 (나)에 들어 있는 기체의 온도와 압력이 같으므로 용기 속 기체의 분자 수는 같다. (가)에 들어 있는 기체의 분자 수를 x , (나)에 들어 있는 $^1\text{H}_2^{16}\text{O}(\text{g})$ 의 수를 y , $^1\text{H}_2^{18}\text{O}(\text{g})$ 의 수를 $x - y$ 라고 할 때 질량 비는 (가) : (나) = $18x : 18y + 20(x-y) = 45 : 46$ 이므로 $y = 0.8x$ 이다. 따라서 (나)에 들어 있는 기체의 전체 양성자 수는 $10x$, 전체 중성자 수는 $0.8x \times 8 + 0.2x \times 10 = 8.4x$ 이므로 전체중성자수/전체양성자수 = $8.4x/10x=21/25$ 이다.

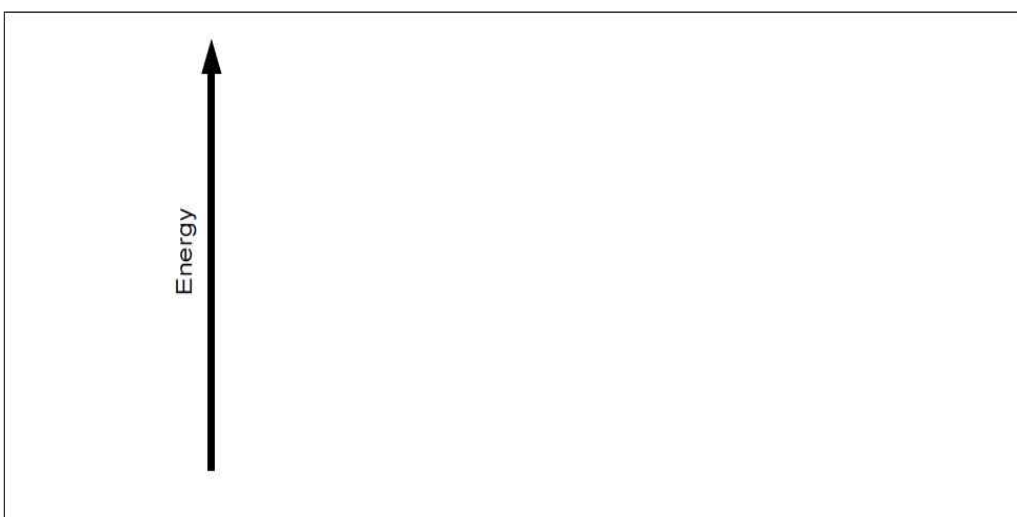
이 문제는 원자를 구성하는 입자 수인 양성자, 중성자, 질량수 개념을 이용하여 해결한다. 그러나 화학양론적 측면과 미지수 설정 등의 복잡한 계산적 능력이 필요하다. 이 문제에서 필요한 화학 개념을 알아도 풀이에 쉽게 접근하지 못했을 것이라 판단된다. 이 문제는 14번 문항으로 화학 I 시험지 3page에 배치되었다. 3page부터 학생들의 시간을 뺏는 문제들이 등장하여 4page에 있는 고난위도의 문제를 해결하는데 많은 어려움을 느끼고 있다.

3. Bromine can form the bromate(V) ion, BrO_3^- .

(a) (i) State the electron configuration of a bromine atom. [1]

.....

(ii) Sketch the orbital diagram of the **valence shell** of a bromine atom (ground state) on the energy axis provided. Use boxes to represent orbitals and arrows to represent electrons. [1]



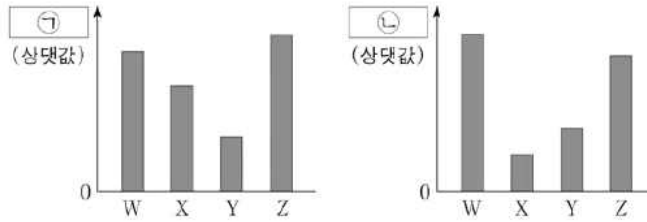
<그림13> 2018년 11월 IB DP HL Paper 2, 3(a)(i),(ii)번 문제_출처: IBO store

브롬 전자 개수와 전자 짝음 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 이해한다면 충분히 현대 원자 모형에 의한 전자 배치를 할 수 있는 문제이다. 기본 개념만 이해하면 쉽게 문제에 접근할 수 있고 해결할 수 있는 문제들로 구성되어 있다.

3) 주기적 성질

15. 다음은 바닥 상태 원자 W~Z에 대한 자료이다.

- W~Z의 원자 번호는 각각 8~13 중 하나이다.
- W, X, Y의 홀전자 수는 모두 같다.
- 각 원자의 이온은 모두 Ne의 전자 배치를 갖는다.
- ㉠과 ㉡은 각각 전기음성도와 이온 반지름 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

<보 기>

- ㄱ. ㉠은 전기음성도이다.
- ㄴ. 제2 이온화 에너지는 $Z > W$ 이다.
- ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $X > Y$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

<그림14> 2019년 화학 I 15번 문제_출처: 한국교육과정 평가원

원자번호가 8 ~ 13인 원소는 O, F, Ne, Na, Mg, Al이고, 이 중 홀전자 수가 같은 원소는 F, Na, Al이므로 W, X, Y는 각각 F, Na, Al 중 하나이다. 또한 F, Na, Al의 전기 음성도는 $F > Al > Na$ 이므로 ㉡은 전기 음성도이고, W는 F, X는 Na, Y는 Al이며 Z의 전기 음성도는 W보다 작고 X, Y보다 크므로 Z는 O이다. W, X, Y, Z의 이온반지름은 $Z > W > X > Y$ 이므로 ㉠은 이온 반지름이다. 제1이온화 에너지로 원자의 전자를 떼어내면 O^+ 의 전자 배치는 N와 같은 $1s^2 2s^2 2p^3$ 가 되고, F^+ 의 전자배치는 O와 같은 $1s^2 2s^2 2p^4$ 가 되므로 F^+ 이 O^+ 보다 전자를 떼어내기가 쉽다. 따라서 제2이온화에너지는 $Z(O) > W(F)$ 이다.

위 문제는 원자의 전자배치, 홀전자수, 전기음성도, 이온반지름 등의 개념이 요구되는 문제로 여러 화학적 개념을 활용하여 미지 원소를 추측해 해결하는 문제이다.

4. Properties of elements and their compounds can be related to the position of the elements in the periodic table.

(a) Explain the decrease in atomic radius from Na to Cl.

.....

.....

.....

.....

(b) Explain why the radius of the sodium ion, Na^+ , is smaller than the radius of the oxide ion, O^{2-} .

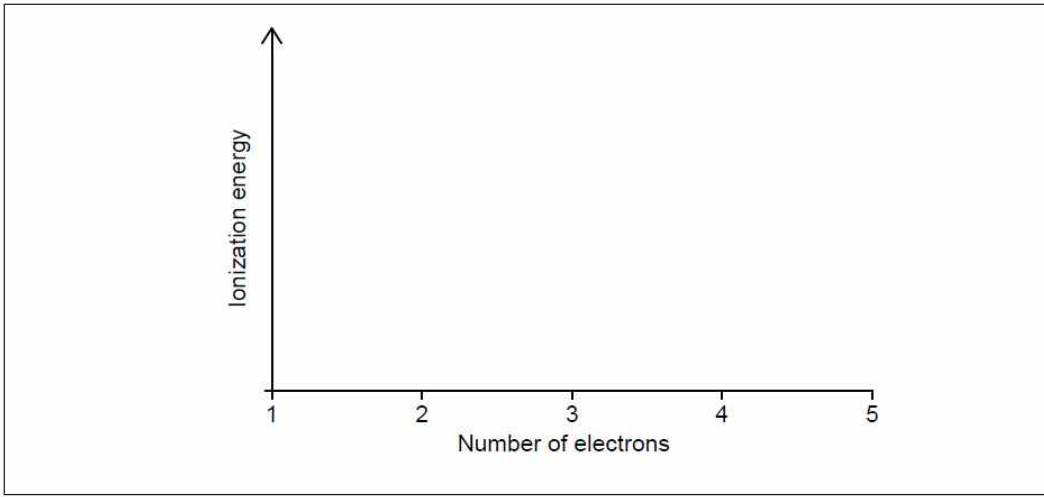
.....

.....

.....

.....

(c) Sketch a graph to show the relative values of the successive ionization energies of boron.

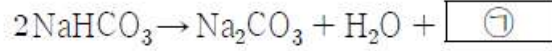


<그림15> 2018년 11월 IB DP HL Paper 2, 4(a),(b),(c)번 문제_출처: IBO store

(a)는 같은 주기에서 원자번호가 증가할수록 유효핵전하가 커져 원자반지름이 작아진다는 개념을 알면 해결할 수 있다. (b)는 등전자 이온반지름에서 원자번호가 크면 유효핵전하가 커서 이온반지름이 작다는 것을 알면 해결되고, (C)는 순차적 이온화 에너지의 특징을 물어보는 문제이다.

4) 분자의 구조와 성질

6. 다음은 탄산수소 나트륨(NaHCO_3) 분해 반응의 화학 반응식이다.



㉠에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

- ㄱ. 극성 공유 결합이 있다.
- ㄴ. 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수는 같다.
- ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트는 물(H_2O)보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

<그림16> 2018년 화학 I 6번 문제_출처: 한국교육과정 평가원

탄산수소나트륨을 분해하면 이산화탄소 기체가 발생하는데, 이산화탄소는 전기음성도가 다른 C와 O가 결합했기 때문에 극성공유결합이고, 루이스전자점식을 그려보면 공유전자쌍수는 4개, 비공유전자쌍수는 4개이다. 이산화탄소는 대칭형으로 쌍극자모멘트가 0이다.

이 문제는 3점이지만, 화학 개념을 알면 쉽게 풀 수 있다. 대학수학능력시험 화학 I에서 배점은 어려운 문제를 3점으로 배치하지 않는다는 것을 위 문제로 알 수 있다.

(b) (i) Draw two Lewis (electron dot) structures for BrO_3^- . [2]

Structure I – follows octet rule:

Structure II – does not follow octet rule:

(ii) Determine the preferred Lewis structure based on the formal charge on the bromine atom, giving your reasons. [2]

.....
.....
.....
.....
.....

(c) Predict, using the VSEPR theory, the geometry of the BrO_3^- ion and the O–Br–O bond angles. [3]

Geometry:

.....

Reason:

.....
.....

O–Br–O angle:

.....

<그림17> 2018년 11월 IB DP HL Paper 2, 3(b),(c)번 문제_출처: IBO store

(b) BrO^{3-} 를 옥텟규칙을 만족하는 루이스 구조식과 옥텟규칙을 만족하지 않는 옥텟규칙을 그리는데, BrO^{3-} 는 옥텟규칙을 만족해서 그리면 전하가 골고루 분포하지 않아, 옥텟규칙을 만족하지 않고 형식전하가 고르게 분포되게 그린다. Br은 비어있는 d궤도함수가 있어 확장된 옥텟규칙이 적용될 수 있기 때문이다.

(c) VSEPR 이론에 근거하여 중심원자 비공유전자쌍 1, 공유전자쌍 3 삼각뿔형이 되고, 결합각은 109.5° 보다 작은 107° 가 되겠다.

위 문제는 형식전하를 이용하여 안정한 루이스구조식을 찾는 문제이다. 우리나라 교육과정 화학 I에서는 다루지 않는 내용이다. 이 문제로 보아 IB DP 시험은 출제 범위가 우리나라 교육과정보다 넓지만, 개념만 이해하면 문제를 해결하는데는 큰 어려움이 없다.

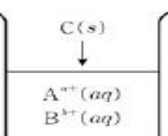
5) 산화-환원 반응

20. 다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) $A^{a+}(aq)$ 과 $B^{b+}(aq)$ 의 혼합 용액이 들어 있는 비커를 준비한다.

(나) (가)의 비커에 $C(s)$ 를 조금씩 넣어 반응을 완결시킨다.



[실험 결과 및 자료]

- $a > b$ 이다.
- A^{a+} 과 B^{b+} 중 한 이온이 모두 반응한 후, 다른 이온이 반응하였다.
- 반응한 $C(s)$ 는 C^{2+} 이 되었다.
- 넣어 준 $C(s)$ 의 총 질량에 따른 고체 금속과 양이온의 총 몰수

넣어 준 $C(s)$ 의 총 질량(g)	0	w	$2w$	$3w$	y
비커 속에 존재하는 고체 금속의 총 몰수(몰)	0	$4n$	$\frac{20}{3}n$	$8n$	$9n$
비커 속에 존재하는 양이온의 총 몰수(몰)	$9n$		x		

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 음이온과 석출된 금속 각각은 반응에 참여하지 않고, a 와 b 는 3 이하의 자연수이다.)

<보 기>

ㄱ. $b=2$ 이다.

ㄴ. $x = \frac{19}{3}n$ 이다.

ㄷ. $y = \frac{15}{4}w$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

<그림18> 2019년 화학 I 20번 문제_출처: 한국교육과정 평가원

C w g을 넣었을 때 생성된 금속의 몰수가 $4n$ 몰이고, C $2w$ g 넣었을 때와 $3w$ g을 넣었을 때 생성된 금속의 몰수 차이가 $8n - \frac{20}{3}n = \frac{4}{3}n$ 몰이므로 이온의 전하가 작은 B^{b+} 이 A^{a+} 보다 먼저 반응하였다. 이 때 C w g 과 반응한 이온의 양은 B^{b+} 이 $4n$ 몰, A^{a+} 이 $\frac{4}{3}n$ 몰이므로 이온의 전하 비는 $b : a = 1 : 3$ 이다. 따라서 $b = 1$ 이다. 금속 이온의 반응 몰수 비는 $B^+ : C^{2+} = 2 : 1$ 이므로 C w g에 들어 있는 C 원자 수는 $2n$ 이다. C w g 넣었을 때와 $2w$ g을 넣었을 때 B^+ 과 반응한 C의 몰

수를 p 몰, A^{3+} 과 반응한 C의 몰수를 q 몰이라고 할 때 $p + q = 2n$ 이다. 또한 생성된 B와 A의 몰수는 각각 $2p$ 몰, $\frac{2}{3}q$ 몰이므로 $2p + \frac{2}{3}q = \frac{20}{3}n - 4n = \frac{8}{3}n$ 몰이다. 따라서 $p = q = n$ 이고 C $2w$ g을 넣었을 때까지 생성된 B의 몰수는 $6n$ 몰, A의 몰수는 $\frac{2}{3}n$ 몰이므로 수용액에 들어 있는 A^{3+} 은 $3n - \frac{2}{3}n = \frac{7}{3}n$ 몰이고, C^{2+} 의 몰수는 $4n$ 이다. 따라서 $x = \frac{7}{3}n + 4n = \frac{19}{3}n$ 이다. C $3w$ g을 넣은 이후부터 C y g을 넣었을 때까지 반응한 A^{3+} 의 몰수는 n 몰이고 반응 몰수 비는 $C : A^{3+} = 3 : 2$ 이므로 반응한 C의 몰수는 $\frac{3}{2}n$ 몰이다. 따라서 C $\frac{3}{2}n$ 몰의 질량은 $\frac{3}{4}w$ g이므로 $y = 3w + \frac{3}{4}w = \frac{15}{4}w$ 이다.

위 문제는 2점 배점이지만 산화·환원 개념뿐만아니라 복잡한 수학적 능력이 요구되는 문제이다. 먼저 반응성 차이와 전하량 차이로 인한 생성된 몰수 차이를 알아야 문제 접근하는데 용이하다. 측정값들이 여러 문자로 표현되어 학생들은 문제 접근하는데 많은 어려움이 있었을것이라 생각된다. 마지막 문제에 2점 배점이라 많은 학생들이 정답을 아무거나 골랐을 확률이 높은 문제였다. 정답율은 18.42%로 2019년 대학수학능력시험 화학 I 에서 정답율이 가장 낮았다.

28. Which is correct for the reaction?

$$P_4(s) + 3H_2O(l) + 3OH^-(aq) \rightarrow PH_3(g) + 3H_2PO_2^-(aq)$$

	Oxidizing agent	Reducing agent
A.	H_2O	P_4
B.	P_4	OH^-
C.	OH^-	P_4
D.	P_4	P_4

<그림19> 2018년 11월 IB DP HL Paper 1, 28번 문제_출처: IBO store

산화수 증가는 산화, 감소는 환원 반응 개념을 알면 쉽게 해결할 수 있는 문제이다. 자신은 산화하면서 다른 물질을 환원시키는 물질을 환원제, 자신은 환원하면서 다른 물질을 산화시키는 물질은 산화제이다. IB DP 산화·환원 반응 문제는 대학수학능력시험과 달리 반응성, 양적관계를 물어보지 않고, 기본적인 산화, 환원, 산화제, 환원제, 산화·환원 반응식을 만들 수 있으면 풀 수 있는 문제들로 구성되어 있다.

6) 중화 반응

18. 다음은 중화 반응 실험이다.

[실험 과정]

(가) $\text{HCl}(aq)$, $\text{NaOH}(aq)$, $\text{KOH}(aq)$ 을 준비한다.

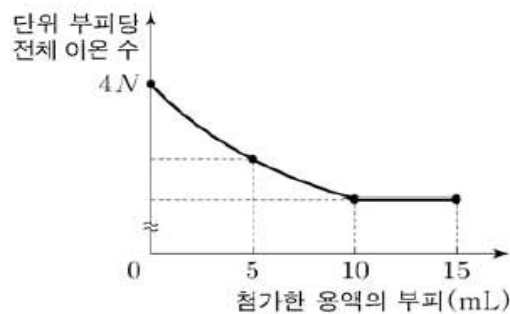
(나) $\text{HCl}(aq)$ 10 mL를 비커에 넣는다.

(다) (나)의 비커에 $\text{NaOH}(aq)$ 5 mL를 조금씩 넣는다.

(라) (다)의 비커에 $\text{KOH}(aq)$ 10 mL를 조금씩 넣는다.

[실험 결과]

○ (다)와 (라) 과정에서 첨가한 용액의 부피에 따른 혼합 용액의 단위 부피당 전체 이온 수



(다) 과정 후 혼합 용액의 단위 부피당 H^+ 수는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같다.) [3점]

- ① $\frac{1}{3}N$ ② $\frac{1}{2}N$ ③ $\frac{2}{3}N$ ④ N ⑤ $\frac{4}{3}N$

<그림20> 2019년 화학 I 18번 문제_출처: 한국교육과정 평가원

첨가한 용액의 부피가 0일 때 단위 부피당 전체 이온 수가 4N 이므로 HCl(aq) 10mL 에 들어 있는 전체 이온 수는 40N이라고 가정할 수 있으므로 이 속에는 H⁺ 20N이 들어 있다. (다)에서 NaOH(aq) 5mL를 넣었을 때 반응한 H⁺ 수만큼 Na⁺ 수가 증가하므로 전체 이온 수는 40N으로 일정하다. 또한 (라) 과정에서 KOH(aq) 5mL를 넣었을 때 모두 중화되었으므로 이 혼합 용액 속 전체 이온 수도 40N이며 단위 부피당 전체 이온 수는 40N/20mL 이므로 2N이다. (라) 과정에서 KOH(aq) 5mL를 넣었을 때 단위 부피당 전체 이온 수는 일정하므로 KOH(aq) 5mL의 단위 부피당 이온수는 2N이고 전체 이온 수는 10N이므로 (라)에서 처음 KOH(aq) 5mL를 넣었을 때 반응한 OH⁻ 수는 5N 이다. 따라서 (다) 과정 후 혼합 용액 속에는 H⁺ 5N 이 들어 있으므로 단위 부피당 H⁺ 수는 5N/15mL = N/3 이다.

위 문제는 첨가한 용액의 부피가 0일 때 HCl 10mL 속에 들어 있는 이온수를 먼저 찾을 수 있어야 한다. 그전 많은 기출문제에서 첨가한 용액의 부피가 0인점에서 힌트를 찾는 연습을 해야 이러한 접근이 가능하다. 단순히 중화점을 찾는 문제가 아니라 단위 부피당 이온 수를 찾을 수 있어야 풀 수 있는 문제이다. 수학적 반복 계산 풀이를 통해 이러한 문제는 쉽게 접근할 수 있다. 따라서 화학 개념만 공부해서는 대학수학능력시험에서 좋은 점수를 받을 수 없고, 많은 기출문제를 풀어서 기계적으로 문제에 접근해야 고득점을 받을 수 있다.

27. Which has the strongest conjugate base?

A. HCOOH ($K_a = 1.8 \times 10^{-4}$)

B. HNO₂ ($K_a = 7.2 \times 10^{-4}$)

C. HCN ($K_a = 6.2 \times 10^{-10}$)

D. HIO₃ ($K_a = 1.7 \times 10^{-1}$)

<그림21> 2019년 5월 IB DP HL Paper 1, 27번 문제_출처: IBO store

짝산-짝염기를 물어보는 문항이다. $K_w = K_a \times K_b = 1.0 \times 10^{-14}$ 관계를 이해하면 풀 수 있는 문제이다.

다. 행동영역 요소 비교

2018년, 2019년 시행된 대학수학능력시험 화학 I·II와 2018년 11월, 2019년 5월에 시행된 IB DP Chemistry HL Paper1, 2를 분석하였다. SL과 HL은 비슷한 문항이 있기 때문에 SL의 행동영역별 분류는 제외하겠다. 그리고 Paper3는 Option 4개 중 하나를 선택하여 응시하기 때문에 Paper3 행동영역별 분류는 제외하겠다.

<표28> 2018년, 2019년 시행된 대학수학능력시험 화학 I 문항의 행동영역 요소

	구분	이해	적용	문제인식 및 가설설정	탐구설계 및 수행	자료분석 및 해석	결론도출 및 평가
2018	문항 수	5	7	1	1	5	1
2019	문항 수	5	6	1	1	5	2
총합		10	13	2	2	10	3
비율(%)		25	32.5	5.0	5.0	25.0	7.5

우리나라 2018, 2019년에 시행된 대학수학능력시험 화학 I 문항의 행동영역 요소를 살펴보면, 적용 영역에서 32.5%로 가장 높게 출제되었고, 그 다음으로 이해 및 자료분석 및 해석 영역에서 각각 25%씩 출제되었다.

<표29> 2018년, 2019년 시행된 대학수학능력시험 화학 II 문항의 행동영역 요소

	구분	이해	적용	문제인식 및 가설설정	탐구설계 및 수행	자료분석 및 해석	결론도출 및 평가
2018	문항 수	4	3	3	2	6	2
2019	문항 수	3	5	1	3	5	3
총합		7	8	4	5	11	5
비율(%)		17.5	20.0	10.0	12.5	27.5	12.5

우리나라 2018, 2019년에 시행된 대학수학능력시험 화학 II 문항의 행동영역 요소를 살펴보면, 자료분석 및 해석 영역에서 27.5%로 가장 높게 출제되었고, 그 다음으로 적용 영역에서 각각 20% 출제되었다.

<표30> 2018년, 2019년 시행된 IB DP Chemistry HL Paper 1의 행동영역 요소

	구분	이해	적용	문제인식 및 가설설정	탐구설계 및 수행	자료분석 및 해석	결론도출 및 평가
2018 Paper 1	문항 수	26	11	0	0	3	0
2019 Paper 1	문항 수	24	12	1	1	2	0
총합		50	23	1	1	5	0
비율(%)		62.5	28.7	1.3	1.3	6.2	0

IB DP Chemistry HL Paper 1문항의 행동영역 요소를 살펴보면, 이해 영역에서 62.5%로 가장 높게 출제되었고, 그 다음으로 적용 영역에서 28.7% 출제되었다.

<표31> 2018년, 2019년 시행된 IB DP Chemistry HL Paper 2의 행동영역 요소

	구분	이해	적용	문제인식 및 가설설정	탐구설계 및 수행	자료분석 및 해석	결론도출 및 평가
2018 Paper 2	문항 수	7	19	7	8	9	6
2019 Paper 2	문항 수	5	18	7	7	16	4
총합		12	37	14	15	25	10
비율(%)		10.6	32.7	12.4	13.3	22.1	8.9

IB DP Chemistry HL Paper 2문항의 행동영역 요소를 살펴보면, 적용 영역에서 32.7%로 가장 높게 출제되었고, 그 다음으로 자료 분석 및 해석 영역에서 22.1% 출제되었다.

우리나라 대학수학능력시험 화학 I, 화학 II의 행동영역별 출제 비율은 비슷하였고, 이해, 적용, 자료분석 및 해석 영역 출제 비율이 높았다.

IB DP Chemistry는 Paper 1과 2의 행동영역별 출제 비율이 다른 모습을 보였다. Paper 1은 개념을 묻는 이해, 적용 비율이 높았고, Paper 2는 적용 비율이 높았지만, 다른 행동영역 요소들의 비율을 비슷하게 출제하는 것을 보았다.

IB DP Chemistry Paper 2에서는 모든 문항이 단답형 및 서술형 문항으로 실험적인 요소를 많이 반영할 수 있었다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 제주에서 도입하려는 IB DP를 이해하고, 우리나라 교육과정의 화학과 IB DP Chemistry 교재 내용과 시험 체계 및 문항을 비교 분석하였다. 우리나라 교육과정과 IB DP Chemistry 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 우리나라 화학 교과 과정은 IB DP Chemistry와 비교했을 때, 대부분의 내용은 공통으로 배우지만, IB DP가 유기화학부분에서 SN1, 2 반응메커니즘을 다루는 등 좀 더 다양한 내용과 심도있는 내용을 다룬 것을 알 수 있었다. 그리고 우리나라 화학 교과 과정에서는 연소분석법을 통하여 미지 화합물 실험식을 결정하는데 반해 IB DP에서는 IR, NMR, mass 스펙트럼을 이용하여 미지 화합물 구조식까지 분석하는 내용이 담겨있다. 모든 단원에서 IB DP 교재 내용이 우리나라 교재보다 더 많은 내용을 다루었고, 교재 분량이 우리 교과서보다 많은 IB DP 교재는 일반화학과 비슷한 내용을 수록하였다. 우리나라 교과 과정 화학 I, II는 단원명이 겹치는 부분도 있지만, 별개의 단원으로 구성된 것이 대부분이었다. IB DP 교재 내용은 SL과 HL 단원명이 같고, HL의 내용도 SL에서 다루지 않는 내용을 확장시키는 주제로 구성되었다.

둘째, 대학수학능력시험은 매년 11월에 시행되고 과학탐구영역 화학은 I·II 두 과목으로 구성된 5지 선다형으로 출제되는 상대평가이다. IB DP는 매년 5월과 11월에 시행되고 화학은 SL·HL 두 과목으로 구성된 절대평가이다. 대학수학능력시험 영어, 한국사, 제2외국어 등 일부과목은 절대평가로 전환했고, 나머지 과목들도 상대평가에서 절대평가로 전환하자는 주장들이 나오고 있다. IB DP는 SL과 HL 둘다 공통적으로 3개의 시험인 Paper 1, 2, 3를 보게 되고 Paper 1은 객관식 문제, Paper 2, 3는 서술형으로 구성되었다. Paper 2, 3 시험 시 Data booklet과 계산기를 활용하여 문제를 풀 수 있도록 하였다. 대학수학능력시험에서 화학 I 선택 비율은 매년 줄어 들고 있다. 2009개정교육과정으로 바뀌면서 화학양론의 어렵고 수학적으로 복잡한 문제들이 등장함과 동시에 최대 선택과목 수가 줄어들어 대학수학능력시험에서 물리, 화학 선택을 꺼려하는 학생들이 증가하였다. 그러나 IB DP

시험에서 과학 과목 중 Physics, Chemistry 선택 비율은 매년 거의 일정하고, 상대적으로 과학 과목들간 선택비율의 차이가 크지 않다는 것을 알 수 있었다. 우리나라는 대학수학능력시험에서 물리, 화학을 선택하지 않고, 이공계 학과를 진학하여 대학에서 교과 과정을 따라 가기 힘들어 대학에서 물리, 화학 교과 사교육을 받는다는 뉴스가 나올 정도로 상대적으로 공부하기 쉽고, 등급 받기 쉬운 선택과목 편중 현상이 심각하다.

셋째, 대학수학능력시험 화학 I, II는 화학 개념을 알아도 수학적 계산 능력이 부족하면 풀 수 없는 문제들이 많다. 이러한 이유로 학생들은 화학을 공부할 때는 흥미롭지만, 시험을 보면 낮은 화학 점수를 받게 되어 화학에 대한 흥미도가 떨어진다는 이야기를 종종 하였다. 대학수학능력시험에서 화학은 타임어택이라는 말을 쓸 정도로 시간과의 싸움이 가장 중요하다. 많은 문제들이 복잡한 수학적 계산을 요구하여 수험생들은 모든 문제를 해결하는데 시간이 많이 부족한 현상을 겪게 되고, 고득점을 받은 수험생들은 4page 분량의 시험지에서 총30분 동안 10분만에 3page까지 풀고, 마지막 page를 20분동안 풀어야 1등급 점수를 받을 수 있다고 한다. IB DP Chemistry는 복잡한 수학적 계산 능력을 요구하지 않고, 대학수학능력시험에서 어렵게 출제되고 있는 화학양론은 실험에서 꼭 필요한 수득물을 계산하는 문제들이 출제된다. IB DP Chemistry는 교재 시험 범위가 넓고, Paper 2, 3은 전부 서술형으로 출제되어 문제를 어렵게 변형하지 않더라도 학생들이 화학 시험에서 고득점을 받기 위해서는 많은 학습양이 필요할 것이라 생각된다.

2. 제언

최근에는 자기 관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량의 6가지 핵심 역량을 강조하고 있다. 6가지 핵심 역량을 기준으로 살펴보자면 기존 우리 교육의 학생 평가는 지식정보 처리 역량의 수준에서만 강조되어왔다. 5지 선다형의 객관식 시험 문제로는 하나의 질문에 다양한 답이 나오게 하는 창의적 사고가 어려울 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 선다형 문항에서 서·논술형 문항으로 바뀌어야 한다. 하지만 우리나라 교육에 있어 서·논술형 평가로 바꾸지 못하는 이유는 평가의 공정성 문제가 걸림돌이

다. 이러한 문제를 해결해 줄 수 있는 시험이 IB DP 시험이다. IB DP는 지난 50년동안 평가의 공정성이 전세계적으로 인정받은 공인된 교육과정이자 시험 체계이다. 4차 산업혁명으로 넘어가는 시점에서 학생들이 창의적인 사고를 하기 위해서는 선다형에서 논·서술형 평가 체제로 바뀌어야 할 것이고, IB DP 교육과정 및 평가체계의 장점을 받아들여야 하겠다.

VI. 참고문헌

- 1) 이해정 외 6인, 대한민국 미래 교육을 위한 IB를 말한다, 창비교육, 2019
- 2) 후쿠타 세이지, 왜 세계는 IB에 주목하는가 국제 바칼로레아의 모든 것, 21세기 교육연구소, 2019
- 3) 로베르타 콜린코프·캐시 허시-파섹, 4차 산업혁명 시대 미래형 인재를 만드는 최고의 교육, 예문아카이브, 2018
- 4) 류태호, 4차 산업혁명 교육이 희망이다, 경희대학교 출판원, 2017
- 5) 김병희 외 3인, 4차 산업혁명 시대를 위한 교육과정의 이해, 공동체, 2011
- 6) 김영민 외 5인, 과학교육학의 세계, 북스힐, 2014
- 7) 강승호 외 4인, 현대 교육평가의 이론과 실제, 양서원, 1996
- 8) 김현경, 대학수학능력시험 화학 I 선택 및 문항 인식 조사를 통한 화학 I 응시자 감소 원인 분석, 경북대학교, 2016
- 9) 엄순근, 2014학년도 대학수학능력시험(CSAT) 화학(I, II)과 일본 대학입시센터 시험(NCTUA)의 화학 문항 비교 분석, 부산대학교, 2014
- 10) 박하식, 국내 고교의 국제공인 교육과정(IBDP)의 도입 및 실행에 관한 연구, 고려대학교, 2013
- 11) 유정원, 한국 대학수학능력시험과 일본 센터시험 화학문항 비교연구, 성신여자대학교, 2009
- 12) 박주현, 대학수학능력시험 생명과학 I, II와 IB High Level Biology 교과 과정 및 기출 문제 비교 분석, 동국대학교, 2016
- 13) Christopher Talbot 외 2인, For The IB Diploma Chemistry, Hodder Education, 2015
- 14) 류해일 외 7인, 고등학교 화학 I, 비상교육, 2011
- 15) 류해일 외 7인, 고등학교 화학 II, 비상교육, 2011
- 16) 손민호 외 7인, 고교 단계 IB AP 교육과정 적용방안 연구, 교육부, 2018
- 17) 김성기, 설명적 순차 설계를 통해 알아본 대학수학능력시험에서 화학 I 응시자 수 감소 요인에 대한 탐색, 한국교원대학교, 2019
- 18) 제주특별자치도교육청, IB 교육과정 및 평가제도의 제주교육 적용방안 보고서

- 19) 정월미, IB 교육과정과 혁신학교 교육과정의 비교, 한국교원대학교, 2020
- 20) 이은정, 제주특별자치도내 일반계 고등학교 IBDP 적용 방안, 제주대학교, 2019

ABSTRACT

In the 4th Industrial Revolution era, the Jeju Special Self-Governing Provincial Office selected Pyoseon High School as an IB DP candidate school to realize education that draws thought out of the evaluation frame for finding the right answer. Therefore, it can be considered that it is meaningful to compare the curriculum of IB DP with Korea, and compare and analyze chemistry items in college Scholastic Ability Test(KSAT) and IB DP test to find an education and evaluation system suitable for the era of the 4th industrial revolution.

To this end, I analyzed the contents of Korean Chemistry I·II textbooks and IB DP textbooks, and compared and analyzed the Chemistry I·II of the Scholastic Ability Test(KSAT) in 2018 and 2019 with IB DP Chemistry SL·HL in November, May, 2019

First, if you compare the contents of the textbook, there are some common parts, but you can see that the IB DP deals with more diverse and in-depth contents. In all units, the contents of IB DP textbooks are more than Korean textbooks, and IB DP textbooks have a similar structure to general chemistry than Korean textbooks.

Second, chemistry in the field of science exploration in the college Scholastic Ability Test(KSAT) is a relative performance evaluation that is presented in a multiple choice of five subjects consisting of two subjects, IB and IB DP, an absolute performance evaluation consisting of two subjects SL and HL. In IB DP, both SL and HL have three exams, Paper 1, 2, and 3, and Paper 1 is a multiple choice question and Paper 2 and 3 are descriptive. The selection rate of Chemistry I in the College Scholastic Ability Test(KSAT) decreased every year, while the selection rate of IB DP Chemistry remained almost constantly.

Third, chemistry in college Scholastic Ability Test(KSAT) is composed of

problems that can not be solved or take a lot of time if mathematical abilities are insufficient even though the concept of chemistry is known. Therefore, the students studied chemistry, but they were not interested because they did not receive a high score on the test. On the other hand, I B DP has a wide range of learning, but avoids complicated math calculation problems, and consists of concept-oriented problems.

From these results, it is considered that we can find the direction and evaluation system of Korean education suitable for the era of the 4th industrial revolution.