

## 화공직 초시생 계획서

김영재(2013년도 화공직렬 수석합격)

행정고시 기술직 화공직렬에는 2차 시험과목으로 화공열역학, 전달현상, 공업화학 그리고 선택과목으로 일반적으로 반응공학을 선택한다. 이들 과목들을 처음 공부하는 초시생들에게 도움이 될까 해서 이를 작성한다.

위 4과목중 계산과목은 화공열역학, 전달현상, 반응공학이고 암기과목으로 공업화학이 있다. 일반적인 공부방법론에서 계산과목에 있어서 가장 중요한 것은 실수를 하지 않는 것이라고 말할 수 있을 것 같다. 1과목에 보통 4문제 정도가 나오는데 어려운 문제는 1~2문제 이내이기 때문에 자신이 알고 있는 것만 실수하지 않고 제대로 푼다면 초시에도 충분히 고득점이 가능하기 때문이다.

계산실수를 줄이는 방법에는 첫 번째로 계산기 사용법을 확실히 익히는 것이 있다. 보통 많이 쓰는 계산기로는 TI-89 titanium, TI nspire 등이 있는데 최소한 89T이상 급의 계산기를 사용하는 법을 확실히 아는 것이 필요하다. 계산기를 빠르게 사용하는 법 뿐만 아니라 계산과목에서 자주 나오는 미분방정식, 연립방정식, 3차 이상의 방정식의 해를 구하는 법과 그래프를 이용한 적분, 극대값 찾기 그리고 최소자승법등의 계산과목에 필요한 여러 스킬들을 자유자재로 사용할 수 있도록 연습하는 것이 중요하다. 계산기 사용법은 사용설명서와 네이버에 공학계산기 카페가 있으므로 이를 이용하는 것도 괜찮은 방법이다.

두 번째로는 스터디문제나 연습문제를 풀었을 때 틀렸던 부분을 확실히 인지하고 나중에 비슷한 문제를 풀 때 자신이 했던 실수를 생각하고 똑같은 실수를 두 번 다시 하지 않도록 많은 문제를 풀어보는 것이 필요하다. 4개 과목을 1주일에 얼마큼 공부해야 적당한지는 첨부된 계획표를 비슷하게 따라가는 것을 추천한다. 초시생에게는 약간 무리가 있을 수 있는 양이지만 정말 어려울 때를 제외하고는 계획표대로 1주일 공부량을 정하고 계획한 공부량을 모두 보는 것이 적당할 것이라고 생각한다. 재시이상에서는 계획표를 더욱 압축시켜 미흡한 부분을 중점적으로 보는 방식으로 해 나가면 될 것이다.

계산과목에서 가장 중요한 것을 두가지 꼽으라고 한다면 '단위' 와 'Balance'이다 3개의 계산과목에서 모두 공통된 부분이고 화학공학에서 가장 중요한 기초이기 때문이다. 단위는 해당 값이 어느 것을 표현하고 있는지 가장 확실하게 말해주는 것이기 때문에 기초단위들을 확실히 숙지하고 각 단위들이 기초단위로 어떻게 표현되는지 ( $cP = mPa \cdot s = kg/m \cdot s$  등) 그리고 SI 단위와 British 단위간의 상호변환 ( $1 ft = 0.3048m$ ,  $1 lbm = 0.4536 kg$ ,  $1 BTU = 1055.06 J$  등)도 빠르게 변환하는 법을 연습해야 한다. 팁으로는 모든 단위가 기초 SI단위로 어떻게 표현되는지 알고 있다면 단위변환이 한결 쉬워질 것이다. 다음으로는 Balance를 세우는 것인데 이는 화공열역학, 전달현상, 반응공학 모두에서 동일하다. 따라서 모든 문제를 밸런스에서 시작하는 방법으로 익히고 어떠한 문제유형이 나와도 밸런스에서 처음 시작하는 것이 중요하다.

## 1. 화공열역학

화공열역학은 화공직렬을 공부하는 고시생이라면 확실히 잡아야 하는 과목이라고 생각한다. 현실적으로 공업화학에서 고득점을 하기가 매우 힘들기 때문에 계산과목에서 확실히 점수를 따야한다. 그중 화공열역학은 기초를 제대로 잡아놓으면 어떠한 문제의 유형이 나와도 큰 무리없이 풀 수 있는 과목이기 때문에 처음에 집중해서 공부하기를 추천한다.

화공열역학에는 스미스와 샌들러 두 책이 있는데 두 책 모두 보는 것을 추천하고 스미스로 먼저 기본개념을 잡는 것이 수월할 것이다. 스미스책에서 2,3,4,5 장은 기초 개념을 설명하는 부분이기 때문에 가장 확실하게 알고 있어야 한다. 그리고 스미스 책에서 가장 중요한 두 단원은 6, 11단원이다. 이 두단원은 연속해서 보는 것을 추천하고 가장 많은 식이 나오는 곳이기 때문에 모든 식을 외운다기 보다는 기초가 되는 10~20개의 식을 암기한 뒤에 나머지 모든 식을 자유자재로 유도할수 있도록 연습해야 한다. 12, 13단원도 시험에 매우 자주나오는 부분이기 때문에 놓치지 말고 꼼꼼히 해당단원의 여러 문제들을 통해 연습해야한다. 그리고 초시생들이 7,8,9단원까지 꼼꼼히 보기에는 시간이 부족할 수도 있지만 해당 단원들은 모두 3,4,5 단원의 응용부분이기 때문에 앞부분에서 공부했던 부분을 떠올리며 개념을 잡으면 수월할 것이다. 13단원의 반응좌표는 어렵지 않은 단원이지만 매우 빈출되는 부분이기 때문에 연습문제를 모두 풀어봐야 한다. 14단원 이상은 잘 보지 않는 부분이지만 시간이 된다면 14단원의 여러 평형상태에 대해 공부해 두는 것이 좋을 것 같다. 열역학을 공부할 때에 있어 스미스 책은 가장 기본이 되는 책이기 때문에 시험전까지 최소한 3번은 보고 목차를 외울정도로 공부해야 한다.

다음으로는 샌들러 책이 있다. 샌들러 책은 스미스와는 약간 다른 형식을 취하고 있기 때문에 처음에는 익숙하지 않을 수도 있지만 초시생이라고 할지라고 샌들러의 6단원정도 까지는 확실하게 보는 것을 추천한다. 그 이유로는 Balance 식을 세움에 있어서 스미스와 샌들러가 약간 다른 형식을 취하고 있고 문제에 따라 두 방식이 각각 다른방식으로 쉽게 적용되는 때가 있기 때문이다. 그리고 스미스 6,11단원의 식들의 유도에 있어서도 샌들러에 나온 방식들이 문제를 풀 때 있어서 오히려 더욱 쉽게 적용될 때가 많기 때문에 샌들러 책도 이들 부분은 확실히 공부하고 암기해야 한다. 샌들러 7단원 이후는 초시생들이 공부하기에는 양도 많고 조금 생소한 부분이기 때문에 보지 않는 것이 좋을 것 같다. 재시 때 이들 부분을 시간여유를 가지고 보는 것이 유리할 것이다.

화공열역학은 기초 개념을 잡아놓으면 가장 점수를 따기가 쉬운 과목이기 때문에 화공열역학을 최소 85점 이상 맞는다는 생각으로 확실하게 공부하고 실수를 줄이는 것이 중요할 것이다.

## 2. 전달현상

계산과목을 공부할 때 처음에 가장 어려움을 많이 느끼는 과목은 전달현상일 것이다. 전달현상은 학교 3학년 과정에서 배우지만 수업시간때는 대부분 학생들이 너무 어렵다고 느끼기 때문에 처음 개념을 잡기가 매우 어려울 것이다. 그러나 전달현상의 3과목(유체역학, 열전달, 물질전달)은 모두 유사한 식과 개념을 가지고 있기 때문에 한과목의 기초만 잡는다면 나머지 과목도 비슷하게 응용이 가능하기 때문에 공부량이 열역학보다는 많지 않다는 장점을 가진다. 그리고 전달현상은 보통 밸런스를 세우고 미분방정식을 푸는 수학적 계산이 주가 되기 때문에 계산기 사용법과 수학적 감각을 유지한다면 큰 도움이 될 것이다.

전달현상에서 가장 중요한 두가지는 Balance와 무차원 수라고 볼 수 있을 것 같다. 밸런스를 통해 미분방정식을 세우거나 거시적으로 방정식을 세우기 때문에 모든 문제가 밸런스를 세우는 것부터 시작된다. 또한 무차원수는 각각이 의미하는 바가 모두 다르고 사용법도 다르기 때문에 여러 무차원수가 의미하는 바와 어느 때 사용하는지 개념을 세우는 것이 필요하다. 그러나 전달 3과목들에서 무차원수는 각 전달현상들(유체, 열, 물질)을 하나로 묶어주는 역할도 하고 있기 때문에 무차원수간의 유사성을 통해 전달현상의 개념을 하나로 묶는 것은 큰 도움이 될 것이다.

전달현상에는 보통 웰티와 버드 두 개의 기본서가 있다. 일반적으로 웰티는 한글판이 있고 좀 더 쉽게 서술되어 있기 때문에 웰티로 기본 개념을 잡는다. 그러나 전달현상의 접근법에 있어서는 웰티보다는 버드책이 더욱 명확하고 문제에 쉽게 적용할 수 있기 때문에 큰 무리가 안된다면 버드책도 병행해서 보는 것도 도움이 될 것이다. 특히 유체역학 파트에 있어서는 웰티에는 잡다한 내용이 많기 때문에 초시때는 유체역학은 버드로만 공부하는 것도 괜찮을 것이다. 버드책은 개념이 알기 쉽게 서술되었지만 예제와 연습문제의 양이 많고 어려울 수 있다. 따라서 예제는 모두 보고 연습문제는 A, B만 취사선택해서 보는 것도 시간을 절약할 수 있다. 웰티책은 열, 물질전달 부분이 상세하고 알기 쉽게 서술되어 있기 때문에 이를 먼저 보는 것이 쉬울 것이다. 그리고 웰티는 연습문제가 공부하기 좋도록 양도 많고 여러 유형이 실려있기 때문에 가능하면 연습문제를 모두 푸는 것이 좋을 것이다.

열전달에서 정상상태부분은 모두 꼼꼼히 봐야하고 비정상상태에서는 초시때는 error function까지 보고 뒤 쪽의 베셀함수를 이용한 풀이는 시간이 부족하다면 나중에 건너 뛰는것도 무방할 것이다. 또한 대류에서 난류부분은 처음 접근하기 어렵기 때문에 나중에 따로 공부하는 것도 좋다. 그리고 열교환기와 복사 부분이 있는데 이 부분은 그래도 가끔 시험에 나오는 부분이기 때문에 기초정도는 확실히 하는 것이 중요하다.

물질전달은 열전달과 매우 비슷한 부분이 많기 때문에 열전달과 비슷한 방법으로 공부하면 될 것이다. 대류, 상계면, 흡수탑등 뒤쪽 부분은 물질전달에만 나오는 부분이고 시험에도 자주 출제되는 곳이기 때문에 개념을 확실하게 잡고 연습문제도 모두 풀어 보는 것을 추천한다.

유체역학은 버드책으로 개념을 잡고 Navier-stokes 방정식을 이용한 풀이와 쉘밸런스를 이용한 풀이 모두 자유자재로 쓸 수 있도록 연습해야 한다.

전달현상은 이동현상 경시대회 라는 아주 좋은 교재가 있기 때문에 이 교재를 시험전까지 최소 3번 이상 풀고 모든 문제를 외울 정도로 봐야 할 것이다.

### 3. 반응공학

반응공학은 선택과목이기 때문에 배점이 50점 만점이라고 해서 공부 비중을 낮게 잡지 말고 열역학, 전달현상과 똑같이 공부해야 한다. 반응공학에서 40점 이상의 점수를 얻어야 평균을 올릴 수 있기 때문에 실수를 하지 않도록 주의해서 공부하는 것이 필요하다.

반응공학 기본서로는 포글러, 레빈스필이 있다. 일반적으로 기초 개념은 포글러 4판을 이용해서 잡는 것을 추천한다. 포글러 5판에는 촉매부분이 많이 생략 되어 있기 때문에 4판을 이용하자. 그러나 포글러 예제, 연습문제들은 폴리매스를 이용한 수치해석적인 문제들이 주를 이루기 때문에 예제정도만 보고 연습문제는 시간이 안된다면 풀지 않는 것이 좋을 것 같다. 반면 레빈스필은 모든 단원을 보기보다는 계획표에 나온 단원을 취사 선택해 공부하고 다만 연습문제는 모두 풀어보는 것을 추천한다. 그리고 변리사 반응공학 교재인 꿀반응공학이 있는데 이 교재는 반응공학을 공부할 때 부족할 수 있는 문제 풀이를 보충해 줄수 있는 좋은 책이기 때문에 이도 구매해서 책에 있는 모든 문제를 푸는 것이 좋다.

포글러는 거의 전 단원을 모두 봐야 한다. 다만 비정상상태의 비등온 반응기와 같은 손으로 풀기 어려운 단원은 과감히 제외하고 공부하는 것이 좋을 것 이다. 그리고 반응공학은 공부량이 다른 과목들 보다 상대적으로 적은 편이지만 문제는 더 어려울 수 있기 때문에 여러 문제를 풀어보고 수학적 감각을 유지하는 것이 가장 필요하다. 생소한 유형이 나오더라도 기초 개념에서부터 시작한다면 거의 모든 문제를 풀 수 있기 때문에 개념을 확실하게 잡자.

반응공학 문제를 품에 있어서 각 반응기(BR, CSTR, PFR, PBR)의 기본 식과 응용되는 여러 형태의 식들을 확실히 암기해야 한다. 또한 문제를 풀 때 전화율로 푸는 방법과 농도로 푸는 두가지 방법이 있는데 두가지 방법 모두 확실하게 적용할 수 있도록 연습하고 문제에 따라 쉬운방법을 사용해서 풀어야 한다. 그리고 기상반응의 경우 압력으로 단위를 주어지는 경우도 많기 때문에 농도 대신 압력을 이용한 풀이도 알고 있어야 한다.

반응공학에서는 단위와 무차원수의 의미가 가장 중요하다. 단위는  $k$ ,  $k'$ ,  $k''$ ,  $k'''$ 이 의미하는 바와 각각 변환을 위해서는 어떤 계수를 곱해야 하는지 농도와 압력간의 단위변환등 이 중요하다. 무차원수로는 티엘레계수, 내부유효인자 등 각 무차원수가 의미하는 바와 유도방법, 사용 방법등을 확실하게 알고 있어야 한다.

비등온 반응기의 경우에는 열수지식에서 모든 문제를 시작할 수 있도록 연습하고 RTD의 경우 처음에는 생소할 수 있지만 pulse, step 입력함수 모두 결과적으로는  $E(t)$ 를 구하기 위한 방법일 뿐이고 이상반응기에서는 두 방법을 통해 구한  $E(t)$ 가 같음을 알고 있다면 문제를 푸는데 헛갈리지 않을 것이다. 그리고 문제에서 주어진 조건이 반응기 내부인지, 생성물인지를 확실히 구별하고 문제에 접근해야 할 것이다.

반응공학에서는 데이터를 주고 이를 최소자승법을 이용해 플롯팅하여 계수를 구하는 방법이 자주 쓰이기 때문에 최소자승법과 최소자승법을 이용해 구할수 있는 계수들을 정리해 놓는 것도 도움이 될 것이다.

#### 4. 공업화학

공업화학은 화공직렬은 선택한 사람들이 가장 어려워하고 점수를 내기 힘든 과목일 것이다. 공부할 양이 매우 많기 때문에 초시때는 모든 부분을 보기 어려울 것이다. 따라서 초시생일 경우는 선택과 집중이 꼭 필요한 과목이라고 생각된다.

공업화학을 공부할 때 일반적으로 보는책은 무기공업화학(한국공업화학회), 유기공업화학(싸이텍), 유기화학(맥머리), 고분자화학등을 일반적으로 기본서로 볼 것이다. 여기에 더해 전기화학, 일반화학, 무기화학, 생화학 등 매우 많은 교재가 있지만 이들을 다 보기는 사실상 매우 어렵다. 따라서 100주 공업화학 책을 이용하는 것을 추천한다. 100주 공업화학을 주교재로 삼으라는 말이 아니라 이 책의 목차를 활용해 단원을 나누고 여기 단원에 해당하는 각 부분들의 기본서를 보는 식으로 체계를 잡는다면 한결 수월할 것이다.

공업화학을 처음 공부한다면 일반화학책을 1~2일정도 시간을 할애 해서 화학의 기본 개념을 간단히 정리해보는 것도 도움이 될 것이다. 유기화학은 모든 부분을 보기에는 어렵기 때문에 반응부분과, 인명반응, 합성법 등을 집중적으로 보고 이후 유기공업화학과 겹치는 부분에서 더욱 확실히 개념을 다져야 한다.

무기공업화학책은 공업화학 과목에서 가장 중요하다. 그렇기 때문에 시험 전까지 이 책을 최소 3~5번 이상 볼 생각으로 꼼꼼히 봐야할 것이고 빠뜨리기 쉬운 '표' 같은 부분도 꼼꼼히 보고 정리해야 한다. 다만 초시일 경우 2~3년 전이 빈출되었던 부분은 과감히 생략하고 나머지 부분에 집중하는 것도 좋을 것이다. 전기화학, 반도체, 환경, 촉매등은 자주 나오는 부분이기 때문에 꼼꼼히 봐야 할 것이다. 그리고 매우 많은 반응식들이 나오는데 각 반응식들에서 생성물이 무엇인지 기억하고 양론비를 통해 계수를 맞추는 식으로 여러번 본다면 더 잘 기억할 수 있을 것이다.

유기공업화학은 싸이텍 책이 설명이 좀 읽기 어렵게 되어서 처음에 접근하기 힘들 수 있지만 100주 공업화학과 병행해서 같이 보고 반응들은 유기화학적 지식을 이용해 접근해서 외워야 한다. 그리고 여러 합성법들이 있는데 이들을 구분지어서 체계적으로 외우고 합성에서 사용하는 촉매, 조건, 생성물 등을 집중적으로 공부해야 한다.

고분자화학도 매우 중요하기 때문에 자세히 봐야한다. 고분자 화학을 싸이텍에서 나온 책을 기본서로 하고 서동학교수님 수업자료가 매우 자세히 정리되어 있기 때문에 수업자료를 주로 하고 기본서에 해당부분을 찾아서 보는 식으로 공부해야 한다. 그리고 여러 수지, 고무들이 있는데 5대 GP(general plastic), 5대 EP(engineering plastic), 3대 SEP(super EP) 정도를 외우고 각각 합성법과 합성조건, 생성물의 특성, 사용용도 등을 모두 외워야 한다.

공업화학은 매우 부담되는 과목이지만 처음 1~2번을 꼼꼼히 보고 이후 중요한부분을 선택해 공부하며 정리한 서브노트와 함께 보고 포스트잇에도 정리해 여러번 암기한다면 어느정도 체계가 잡힐 것이다. 그리고 시험 1달 전부터는 100개정도의 나올법한 주제들을 정하고 이들을 집중적으로 공부하는 방법도 고려해 볼만 할 것이다.