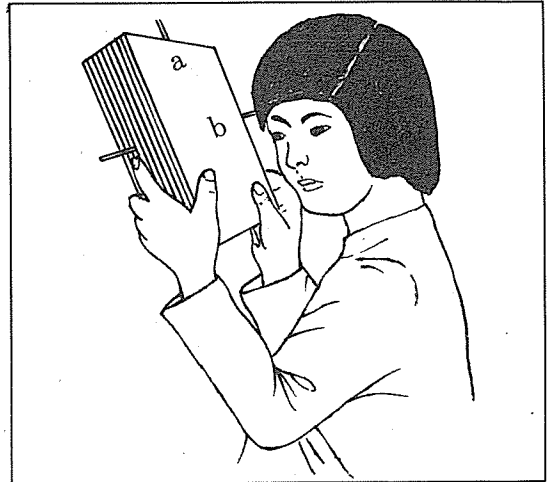


實驗指導 現場에서의 問題點

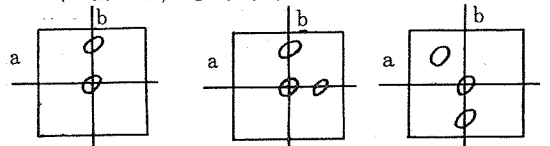
◇ 수수께끼 상자의 확인과정인가?

중학교 2학년 원자와 분자라는 단원에서 원자모형을 배우는 가운데 과학자들이 눈으로 직접 볼 수 없는 대상을 연구할 때 흔히 모델을 사용하는 사실을 알리고 모델이란 어떤 것인지 <그림-1>과 같은 수수께끼 상자를 써서 속에 어떤 것이 어떻게 되어 있는지 알아내는 실험이 있다.

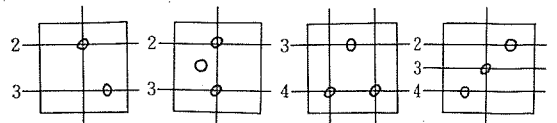


이 상자를 여러 방향으로 기울여보고, 또 가볍게 흔들어 소리를 조심스럽게 들어 수집한 정보와 지식을 근거로 이 상자 속에 어떤 물체가 어떻게 되어 있는지 나타내어보면 <그림2.3>과 같은 모델을 형성한다.

<그림-2> 상자속의 물체모델



<그림-3> 상자 안의 것들



李仁鎬
<盤浦中學校 教師>

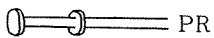
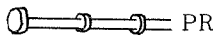
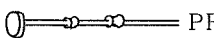
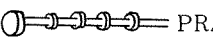

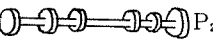
다음에는 쇠막대^㉑와 ^㉒를 차례로 조심스럽게 빼어 보면서 먼저 형성한 모델을 확인하고 맞지 않으면 그 모델을 수정하거나 새로운 모델을 생각해 내게 되어 있다.

이 상자 안에는 앞의 <그림 2.3>과 같이 몇 개의 왓서를 여러가지로 넣은 것으로 쇠막대를 더 써서 장치할 수도 있어 가장 이상적으로 2인 1조로 실험하기 알맞은 활동 내용이다.

문제는 이 실험을 한 학생들이 자기가 형성한 모델을 確認·檢證하는 과정으로 이 수수께끼 箱子를 開封하여야 하는 것으로 고집하는데 있다. 열어 볼 수 있게 되어 있으니 열어 보는 것이 마땅히 확인·검증과정이라는 주장이다.

微視의 눈에 보이지 않는 세계를 탐구하는 과정이 이 수수께끼 상자속의 물체들을 탐구하는 것과 유사하다. 실험기술과 정밀도의 향상으로 새로운 발견에 따라 이 세계의 모델은 재형성되어나가는 것이다. 교과내용은 다음에 핀과 고리를 써서 原子모델을 전개하고 핀과 고리 <그림-4> 그 원자모델을 바탕으로 倍數比例의 法則을 豫測시키고, 연한 녹색인 염화제일구리(CuCl)와 갈색인 염화제이구리(CuCl₂) 라는 거시적인 눈에 보이는 것을 써서 確認·檢證하게 꾸며져 있다.

<그림-4> 핀과 고리

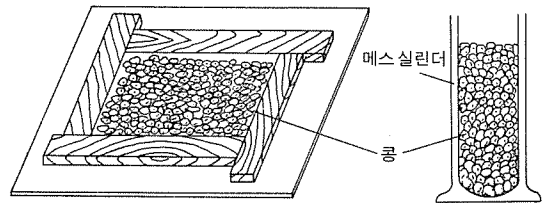
연한 녹색 화합물	갈색 화합물
 PR	 PR ₂
 PR ₂	 PR ₄
 P ₂ R ₂	 P ₂ R ₄

따라서 이 실험의 指導者는 實驗者에게 상자속의 세계를 일러주어서도 안되고 더구나 열어 보여서는 안되는 것으로 생각된다. 오늘날 원자의 세계는 끝내 열어 볼 수 없는 것이다. 열어 보이면 하나의 알아맞추기 놀이에 지나지 않게 될 염려가 있다.

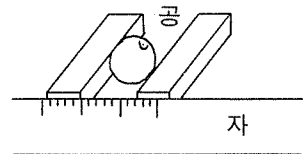
◇ 공의 크기를 어떻게 정하는 것이 가장 타당할까?

올레산분자 하나의 크기를 정하는 실험의 先行실험으로 <그림-5>와 같이 콩 여러개를 메스실린더로 그 전체의 부피를 측정하고 나서, 그 콩들을 한 층으로 평면에 퍼서 넓이를 측정하면 콩의 높이 즉, 콩의 지름(크기)이 정해진다.

<그림-5> 콩의 크기 측정



노기를 써서 콩을 자로 재는모습



문제가 되는 것은 다음과 같은 물음에 대한 학생들의 답이다.

물음 : 콩 하나의 지름을 자로 재어 위에서 얻은 값과 비교하여 보자. 얼마나 차이가 생기는가? 그 차이는 어떻게 하여 생겼을까?

학생의 답 : ① 球形인 콩을 정육면체로 보고 부피를 넓이로 나누어 셈하였기 때문이다. ② 콩과 콩들은 일부는 닿아 있지만 그 사이의 공간이 많이 있기 때문이다.

기대되는 답 : 콩의 크기는 모두 같지 않다. 또 콩 하나의 크기도 콩이 완전 한 구형이 아니기 때문에 측정하는 방향에 따라 다르다.

반면에 여러개 콩들의 부피를 그것들을 평면으로 편 넓이로 나누어 얻은 값은 여러 콩들의

대표적인 값으로 볼수 있다. 따라서 하나의 지름을 측정할 것 보다는 전체의 부피를 단층으로 폼을 뿜을때의 넓이로 나눈 값이 폼의 크기로 타당하다.

그러나 학생들은 그렇다면 폼을 여러개 측정하여 그 측정치들을 평균한 값이 폼의 크기로 타당하다고 주장한다. 이 실험에 이어 올레산-에탄올용액을 섞어 500/1로 묽게 만든 올레산-에탄올용액을 만들어 1ml에 해당하는 올레산-에탄올용액의 방울 수로 한 방울의 부피와 이 한 방울 속에 들어있는 올레산만의 부피를 알아 낼 수 있다. 다음에 올레산-에탄올 한방울을 송화가루를 얇게 뿌린 쟁반의 물 위에 떨어뜨려 퍼지게 한다.

처음 넓게 퍼졌다. 에탄올이 물에 섞이고 공중으로 휘발함에 따라 넓이가 좁아져 일정한 넓이를 유지할 때 그 넓이를 측정한다.

이 올레산-에탄올을 한 방울 속의 올레산만의 부피를 올레산 분자가 單層으로 퍼진 넓이로 나누어 $\sim 10^{-7}$ cm인 올레산 막의 두께, 바로 올레산분자 한 개의 크기를 정하는 실험으로 진행되는 과정에서 폼 하나의 크기를 마이크로미터를 써서 직접 정확하게 측정할 값이 폼의 크기로 가장 타당하다는 생각을 바꾸어 주어야 할 것으로 생각된다.

◇ 어떻게 그은 선이 가장 타당한가?

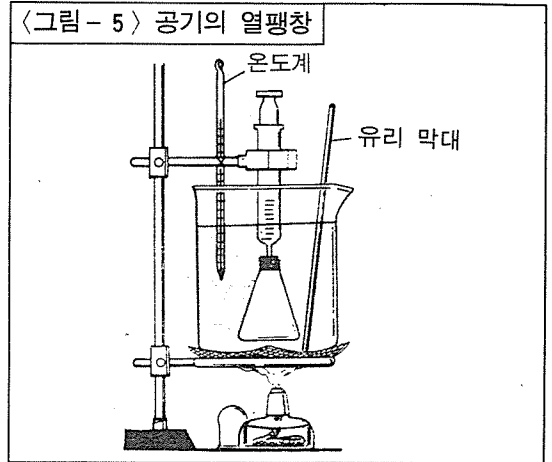
<그림-6>과 같은 장치를 써서 가열됨에 따라 팽창되는 공기의 부피를 측정할 결과가 주어졌을 때,

① 공기의 부피 변화와 온도 변화 사이의 관계를 나타내는 그래프를 그리고,

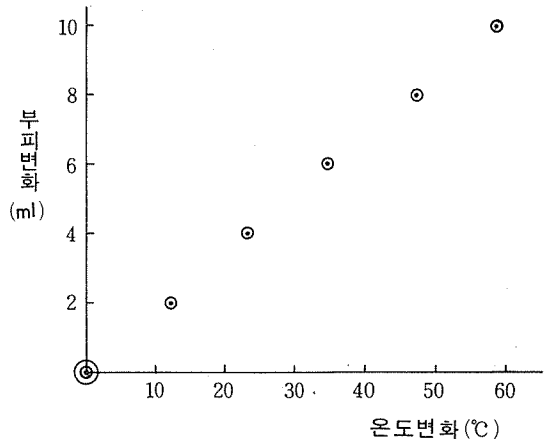
부피변화(ml)	2	4	6	8	10
온도변화(°C)	12	23	35	47	59

② 공기의 온도가 1°C 변할 때, 변화된 부피를 알아내고,

③ 처음 공기의 부피 50ml일 때 온도가 1°C



변할 때, 처음 부피에 대한 늘어난 부피의 비를 찾아내는 작업을 하는 경우 문제점은 학생들이 각 점을 잇는 것이 이들 사이의 관계를 가장 잘 나타낸다고 생각하는 점이다.



각 점에 가까이 지나가는 선을 긋게하는 경우 굵은 선에 따라 그 기울기의 값 즉 ②의 답이 달라지는 것이 두려운 것이다. 회답은, 결과는 정연하고 완벽하며 딱 떨어져야하는 것으로 굳게 인식하고 있다.

한편 정확하게 정할 수 있는 점이 ⊗ 표시한 점이다. 온도변화가 없을때 부피의 변화는 있을 수 없지 않는가?

이 확실한 한 점을 지나 다른 점에 가장 가까이 지나가는 직선을(비례 관계임을 인지하고) 긋고 이에 대한 나름대로의 확신을 가지기를

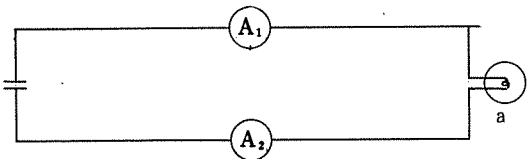
實驗指導者는 願하지만 學生들은 끝내 不安하게만 여긴다. 實驗은 教科書의으로 整然하지도 完璧하지도 않으나 그나름대로의 關係는 確定할 수 있음을 깨닫기에는 많은 實驗室 活動이 要求되는 것으로 생각된다.

◇ 5%의 학력신장

다음 문제들에 대한 국민학교 6학년 학생과 중학교 3학년생들의 응답을 분석해 보면 중학생의 정답율이 국민학생보다 한 문항은 60%나 증가하였지만, 다른 두 문항에 대해서는 5%만 증가되었음을 알 수 있다.

〈문제 1〉 A_1 과 A_2 에 흐르는 전류의 세기는?

- ① A_1 이 더 크다. (국...53%, 중...17%)
- ② A_2 가 더 크다. (국...30%, 중...3%)
- ③ 모두 같다. (국...17%, 중...80%)



〈문제 2〉 위 그림에서와 같은 전구 2개를 병렬로 잇는 경우 전구 하나의 밝기는 위의 경우에 비하여,

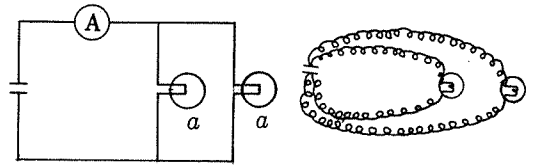
- ① 더 밝다. (국...15%, 중...23%)
- ② 덜 밝다. (국...66%, 중...53%)
- ③ 모두 같다. (국...19%, 중...24%) 초·중·고를 막론하고.



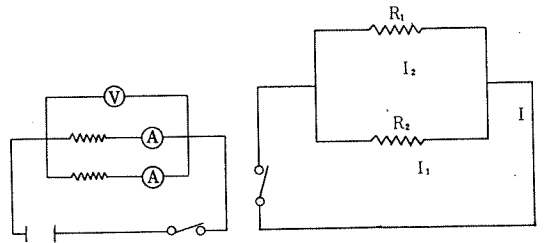
〈문제 3〉 처음과 같은 전구 2개를 병렬로 이었을 때 A 에 흐르는 전류의 세기는 A_1 에 흐르는 전류의 세기에 비하여,

- ① 더 크다. (국...18, 중...24%)
- ② 더 작다. (국...32%, 중...24%)

③ 같다. (국...50%, 중...52%)

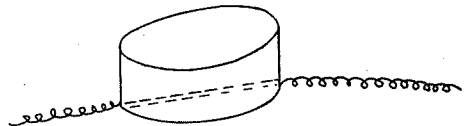


아마도, 그림과 같음을 안다면 응답은 달라졌을 것이다. 중학교 교과서에서 이 문제를 해결하는데 도움이 될 그림을 옮겨 보면 다음과 같다.



보다 높은 학력 신장을 위해서는 학생들이 전류계와 전압계를 손 쉽게 다루어 볼 수 있게 전류계와 전압계가 값싸게 공급되었으면 한다. 전류계가 고가품이어서 학생들이 마음 놓고 다루어 보기 어려운 입장이다. 그러한 때가 오기까지 간이전류계로 자침전류계를 제작사용 할 수 있다.

자침전류계의 그림



자침을 가는 절연된 에나멜 구리선으로, 수십번 감은 것이면 된다. 이것을 사용할 때는 감은 도선을 자침이 향하는 방향과 平行하게 되도록 놓고 전류가 흐를 때 자침이 기울는 각도로 전류의 세고 약함을 구분할 수 있다.

◇ 측정값의 표시에

혼란이 오고있다.

금년도 대학입학 학력고사 물리문제중 2kg의 물체에 2N의 힘이 작용하였을 때 이 물체의 가속도는 몇 m/S^2 인가를 묻고 답으로 1.0 m/S^2 을 택하게 한 것이 있었다. 질량과 힘이 유효 숫자 한 자리인데, 주어진 답항의 답들은 모두 두 자리 숫자였다. 이러한 관점에서 교과서에 게재되어 있는 문제들을 풀으려면 일대 혼란이 일어난다. 중학교 교사용 지도서에서도 문제의 풀이에 유효숫자에 관계 없이 계산되어진 것들이 많이 있다.

학생들은 계산하여 값을내는 경우 그 답이 나누어 떨어지지 않으면 소수 몇째자리까지 답을 써야하는지 질문하는 경우가 많다. 주어진 값들의 유효숫자 자리수가 고려되어 있지 않기도 하고 또 시험인 경우 득점에 관계가 있기 때문이다. 원주율(π)의 값이 어느 사이인지 3.14로 확정되어 있는 것이 실정이다.

분명히 측정값은 측정기구눈금의 최소 눈금의 1/10까지를 눈대중으로 읽도록 배우고도 1℃ 간격 눈금에 있는 온도계를 읽을 때 18℃라고 읽는다. 18이라고 쓰여진 곳에 있으면 마땅히 18.0℃로 읽는 습관이 되었으면 한다.

◇ 한학급의 인원이 70명

한마디로 너무 많다. 실험지도에 가장 이상적이라는 2인 1조를 생각할 때 35개조! 안전에 단전을 기해야할 실험 활동의 장인데 이는 위협적인 사실로 등장한다.

그렇다고 실험 지도를 기피할 수는 없다. 과학은 실험에서 시작되니 말이다.

교육 현장에서는 실험 보조학생을 특별시간, 방과후의 시간을 이용하여 先行實驗을하여 훈련하기도 한다.各班에서 9명씩이면 8인 1분단에 한 학생의 보조자를 얻는 셈이다. 그러다 보니 지도 교사의 부담은 커지게 마련이다. 1983학년도 科學教育振興方案의 하나로 科學教師의 주당담당時間數를 20時間으로 計劃하고 있으나 現場은 아직 24時間이다.

1983學年 서울特別市 教育研究院의 연구보고

서에 보면 實驗評價가 이루어지지 않는 원인의 하나가 교사의 負擔이 過重한데 있다는 응답이 26.5%로 가장 높게 나타났다고 한다.

過密學級이어서 평소에 실험평가에 완전을 기하지 못하고 있는 실정이다. 기껏해야 실험 현장에서 크게 잘못을 저지른 학생을 누가 기록해 나가는 정도이다. 지필검사, 실험보고서로 대신하고 있다. 하루에 4개학급을 실험지도 하고 280명의 실험보고서를 읽고 잘못을 지적하기란 거의 불가능하여 날인으로 끝나는 정도다.

◇ 개정된 新教育課程의 교육목표

1984학년도 신입생부터 적용되는 개정된 中學校 教育課程에 따르면 ①基本概念의 理解 ②探求能力의 培養 ③科學에 對한 興味와 學習意慾鼓吹 ④科學的 生活態度 함양 등은 現行의 것과 基本方向이 다를 것이 없으나 各學年마다 情意的인 目標한 項目이 더 있다.

(가). 1학년 : 과학학습에 흥미를 가지고, 과학을 일상 생활에 적용하려는 의욕을 가지게 한다.

(나). 2학년 : 과학학습에 즐거움을 느끼고 과학적 방법을 활용하는 데 흥미를 가지게 한다.

(다). 3학년 : 과학적 탐구에 즐거움을 느끼고, 과학적 방법을 생활화하려는 태도습관을 기른다.

①항은 계속 옛부터 요구되어 왔던 것이고, ②항은 1970년대부터 강조되어 현재에 이르렀으나 ③ ④항을 (가)~(다)와 함께 부각시켜야 할 것으로 생각된다.

1950년~1960년대에는 미국의 존·듀이의 경험주의 교육철학의 영향으로 生活科學을 重視해오다 지식의 폭발적인 증가로 모두 가르칠 수 없어 探求方法과 能力培養에 힘써 온 셈이다.

현재 學生들에게 科學科目은 결코 쉽고 재미있는 科目은 아니다. 보람은 있지만 우선은 힘든 과목으로 되어있다.

新課程의 目標에 부응하여 教科內容의 것을 現生活와 關聯지어 興味를 끌며 指導하는 研究가 必要하게 되었다.