

행키 화1 기출 분석 시리즈 정답 및 해설

(2018학년도 대수능 대비 고3 3월 모의고사)

1	⑤	6	④	11	③	16	④
2	①	7	②	12	②	17	②
3	⑤	8	⑤	13	④	18	④
4	③	9	①	14	⑤	19	③
5	③	10	④	15	②	20	①

1.

정답 : ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[해설]

중성 원자에서 양성자 수는 전자 수와 같다. 따라서 A는 양성자이고, B는 중성자이다.

- ㄴ. 동위 원소는 양성자 수는 같고 중성자 수는 다른 원소를 말한다. (가)와 (나)는 A 수는 같고 B 수는 다르므로 동위 원소이다.
- ㄷ. 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다.

[행키의 개념 확장하기]

양성자 수를 P, 중성자 수를 N, 전자 수를 E라고 하자. 질량수는 P+N 이고, 이온의 전하는 P-E이므로 (질량수)-(이온의 전하)는 N+E라고 표현할 수 있다. 물론 중성 원자의 경우 이온의 전하는 0이므로 P=E이며, 따라서 이 때 N+E는 질량수를 의미할 수도 있다.

2.

정답 : ①

[해설]

화1에서 주어지는 일반적인 탄소 동소체 중 C 원자 1개와 결합한 C 원자 수가 4개인 것은 '다이아몬드'뿐이다. 따라서 (다)는 쉽게 다이아몬드를 알 수 있고, 1몰의 질량으로부터 (나)가 풀러렌임을 알 수 있다. (가)는 자동으로 그래핀에 해당한다.

[행키의 개념 확장하기]

본 문항에서는 각각의 값만을 비교하여 논리 구조를 완성했지만, 이를 응용할 수 있다. 예를 들어 C 원자 1개와 결합한 C 원자 수를 x라 하고 1몰의 질량을 y라 하자. (가)~(다)의 $\frac{y}{x}$ 값을 비교하면 (나)>(가)>(다)이다.

3.

정답 : ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[해설]

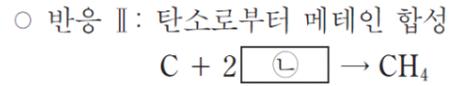
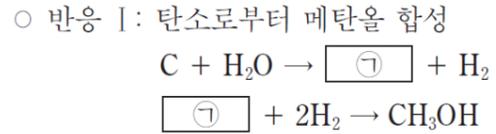
- ㄱ. 원자 수 보존의 법칙에 의해 옳다.
- ㄴ. 2원자 분자는 CO, H₂, O₂에 해당한다.
- ㄷ. 화합물은 CO, CO₂, H₂O, Fe₂O₃에 해당한다.

[행키의 개념 확장하기] FLASHBACK

물질의 분류는 개정 교육 과정 초기부터 꾸준히 출제되어 오던 주제이다. 2~3가지의 반응을 구성하는 반응물과 생성물 중 원소, 화합물, 분자 등은 각각 몇 가지인지 counting하는 것 말이다. 가장 기초적인 개념이라 오답률은 높지 않지만, 가끔 이런 종류의 문항이 학생들로 하여금 혼란에 빠뜨리는 것은, '몇 가지'를 이야기할 때 물질의 가짓수만 counting하는 것인지, 중복되더라도 모두 counting을 해야 하는 것인지에 대한 중의적 표현 때문이다.

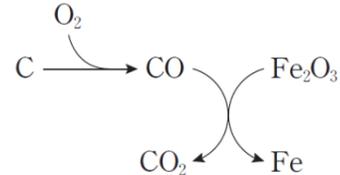
기출 분석의 의미는 이러한 애매함을 출제기관에서는 그동안 어떻게 인정해왔느냐, 해결해왔느냐를 확인하는 데에 있다.

㉞ 2016학년도 대수능 대비 6평 #3의 자료를 살펴보자.



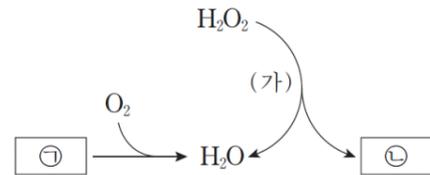
당시 ㄷ선지는 '반응 I 과 II 에서 화합물은 총 4종류이다.'였다. 즉, H₂O, ㉞에 들어갈 CO, CH₃OH, CH₄만 counting하게 한 것이다. 여러 반응에서 물질들이 표기상 겹치더라도 '종류의 가짓수'를 counting하는 것으로 족다.

㉞ 2016학년도 대수능 #2의 자료를 살펴보자.



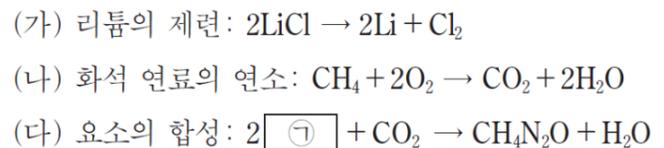
이 문항의 발문은 '이 과정에서 제시된 물질에 대한 설명으로 ~'였다. 사실 두 반응에서 CO가 겹치는 물질임에도 불구하고, 일러스트레이션으로 반응을 모식화한 형태로 표현하니 위의 표현적 모호함이 생기지 않았다.

㉞ 2017학년도 대수능 대비 6평 #3의 자료를 살펴보자.



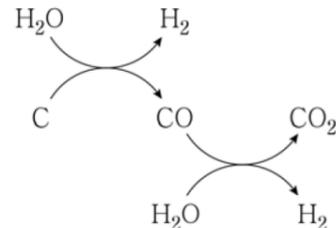
이 문항의 경우 ㄴ선지에서 '반응에 제시된 물질 중 화합물은 2가지이다.'라고 물었다. ㉞이 O₂이기 때문에 만약 '반응에 제시된 물질 중 원소는 n가지이다.'라고 했을 경우, 필자가 제시한 모호함이 생기지 마련이었을 것이다. 어떻게든 시비가 붙지 않게 하려는 노력이 새삼 보였다.

㉞ 2017학년도 대수능 대비 9평 #4의 자료를 살펴보자.



이 문항에서는 ㄱ은 (가)에서 원소는 2가지이다, ㄴ은 (나)에서 분자는 3가지이다. 모든 반응에서 제시된 물질을 묻기보다 각 반응에서 제시된 물질을 물음으로써 혼란을 피했다.

㉞ 2017학년도 대수능 대비 10평 #3의 자료를 살펴보자.



이 문항의 물음은 '이 과정의 물질 중 화합물의 가짓수는?'이었다. H₂O를 두 번 counting하면 문항을 틀리게 된다. 필자가 언급한 혼란을 이용해 오답의 함정을 만든 것이다. 이것은 화학1의 이해와는 무관한 것이지만 시험에서는 실수로 간주한다. 실수 맞다. 물론 교육청 문항의 한계점일 수도 있으나 기출 분석의 의미는 이런 것이다. 사소한 모든 것도 지배할 수 있게 대비해야 한다.

4.

정답 : ③ ㄱ, ㄴ

[해설]

- ㄱ. 홀전자 수가 최대가 아니므로, 훈트 규칙을 만족하지 않는다.

- ㄴ. 한 오비탈에 같은 방향의 스핀을 갖는 전자가 두 개 존재하므로 파울리 배타 원리에 어긋난다.
ㄷ. $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$, $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^2 2p_z^1$, $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^2$, 모두 바닥 상태의 전자 배치에 해당한다.

[헝키의 개념 확장하기] FLASHBACK

첫째, 파울리 배타 원리를 만족하지 않는 전자 배치는 존재할 수 없다. 따라서 이 문항은 발문에서 '학생들이 그린 전자 배치'라고 표현했다.

둘째, (가)의 배치의 경우 화1 수험생들이 자주 헷갈려하는 것이 쌓음 원리와 훈트 규칙이다. (가)는 쌓음 원리를 만족하지만 훈트 규칙을 만족하지 않는 전자 배치이다.

<참고> 현 교육과정에서는 '쌓음 원리'와 '훈트 규칙'을 구분하고 있다. 그러나 실제로 일부 전공 책에서 '쌓음 원리'로 번역된 'Aufbau principle'은 화1에서 말하는 쌓음 원리, 훈트 규칙, 파울리 배타 원리를 모두 종합한 개념이다. 또한 아직 평가원 기출에서는 이를 명확히 구분한 기출 문항이 존재하지 않으므로 위에서 기술한 내용은 아직 논란의 여지가 있다. 물론 3가지 개념을 구분한 문항이 없지는 않다. ㉠과 ㉡가 그렇다.

㉠ 2015학년도 대수능 #3을 살펴보자.

3. 다음은 현대 원자 모형에서 바닥 상태 전자 배치에 이용되는 원리 및 규칙이다.

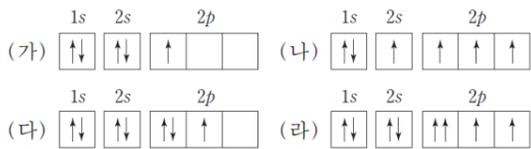
- 쌓음 원리
- 파울리 배타 원리
- 훈트 규칙

이에 따른 s^0 의 바닥 상태 전자 배치로 옳은 것은?

위의 문항에서와 같이 '쌓음 원리'와 '훈트 규칙'은 구분된 개념임을 확인할 수 있다. 바닥 상태의 전자 배치에서 쌓음 원리는 전자가 채워지는 오비탈의 에너지 준위가 낮은 순서임을, 훈트 규칙은 홀전자 수가 최대가 됨을 강조하는 듯하다.

㉡ 2017학년도 대수능 #3을 살펴보자.

3. 그림은 학생들이 그린 붕소(B), 탄소(C), 질소(N), 산소(O) 원자 각각의 전자 배치 (가)~(라)를 나타낸 것이다.



(가)~(라)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① (가)는 쌓음 원리를 만족한다.
- ② (나)는 들뜬 상태의 전자 배치이다.
- ③ (다)는 훈트 규칙을 만족한다.
- ④ (라)는 파울리 배타 원리에 어긋난다.
- ⑤ 바닥 상태의 전자 배치는 1가지이다.

쌓음 원리와 훈트 규칙을 따로 기술하고 있다. 그러나 쌓음 원리 안에 훈트 규칙이 포함되어 있는 것인지, 쌓음 원리와 훈트 규칙이 완전히 별개의 개념으로 설명되고 있는 것인지(즉, 그렇게 이해하는 게 옳은 것인지) 명확히 알 수 없다. 만약 ③번 선지가 '(다)는 쌓음 원리를 만족하지 않는다.'라고 하고 이것이 옳지 않기 때문에(다시 말해, 쌓음 원리는 오비탈의 에너지 준위만을 따지는 개념으로 처리) 정답이라면, 혹은 이것이 옳기 때문에 정답이 아니라면(다시 말해, 쌓음 원리는 오비탈의 에너지 준위만을 따지는 것이 아니라 훈트 규칙을 포함한 개념) 논란을 종식시킬 수 있었다. 그러므로 필자는 이에 대한 정확한 입장은 현 시점에서는 보류하고자 한다.

5.

정답 : ③ ㄱ, ㄴ

[해설]

모든 이온이 Ne의 전자 배치를 갖는다. 따라서 쉽게 A는 Na임을, B는 O임을 알 수 있다. 이온 결합 물질은 액체, 수용액 상태에서는 전기 전도성이 있고 고체 상태에서는 전기 전도성이 없다.

6. ▶탄화수소 양적 관계

정답 : ④ ㄴ, ㄷ

[해설]

(가)는 인산, (나)는 당(디옥시리보스), (다)는 A, T, C, G 중 임의의 염기에 해당한다.

- ㄱ. (가)는 아레니우스 산이다. -OH기가 보인다고 해서 아레니우스 염기로 착각하면 안된다.
- ㄴ. 인산과 당은 DNA 2중 나선 구조에서 바깥쪽 골격을 형성한다. 전공 용어로는 이를 Sugar-phosphate backbone이라고 한다. 상식적으로 중요 유전 정보가 저장되어 있는 염기는 안쪽에 배열되는 것이 맞을 것이다.
- ㄷ. (다)는 염기이므로, DNA 2중 나선 구조에서 상보적 염기와 수소 결합한다.

[헝키의 개념 확장하기] FLASHBACK

지엽적 내용을 대비하고, 시간 단축을 위해 다음 4가지 염기의 구조와 분자식을 암기하는 것을 권유하고 싶다. 단, 구조는 구조식을 통째로 암기하기보다 특징만을 알면 편하다. 사실 현 교육과정의 화학1에서의 이 파트는 매우 간단한 내용만을 다루므로 아래 정도의 학습만 한다면 꽤나 과도한 양이라고 해도 무방하다.

아데닌(A) $C_5H_5N_5$	구아닌(G) $C_5H_5N_5O$
사이토신(C) $C_4H_5N_3O$	티민(T) $C_5H_6N_2O_2$

첫째, 피리미딘 계열과 퓨린 계열을 구분하자. 아데닌과 구아닌은 피리미딘 계열이고, 사이토신과 티민은 퓨린 계열이다. A와 G는 고리를 2개 갖고 있고, C와 T는 고리가 1개이다.

둘째, 탄소 원자 수는 사이토신만 4개이다. 사이토신과 탄소를 나타내는 기호가 모두 C이므로 기억하기 용이하다.

셋째, 아데닌은 유일하게 O가 없는 염기이며, 구아닌과 사이토신은 O가 1개, 티민은 O가 2개 존재한다.

넷째, A와 T는 서로 상보적이며 두 개의 수소 결합을 하고, G와 C는 세 개의 수소 결합을 형성하고 역시 서로 상보적이다. 또한 이는 구조에서도 확인 가능하다. 모든 수소 결합은 '6각 고리'에서 이루어진다.

또한, 평가원은 종종 구조식에서 C 원자와 H 원자를 생략해서 표현하고 있다. 이는 실제 학문에서도 매우 빈번히(거의 대부분이 맞겠다.) 사용되는 표현이므로 헷갈리지 않도록 하자.

7.

정답 : ② ㄴ

[해설]

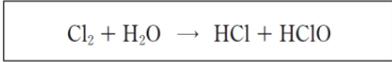
- ㄱ. HCN에서 C의 산화수는 +2이다.
- ㄴ. (가)에서 N의 산화수는 변하지 않는다. C의 산화수는 +4에서 +2로 변하며, H의 산화수는 +1에서 0으로 변한다.
- ㄷ. (나)에서 H_2 는 산화된다. 따라서 환원제이다.

[헝키의 개념 확장하기] FLASHBACK

ㄴ을 더 살펴보자. 첫째, 이동한 전자 수는 일정해야하므로 1몰의 CH_4 가 환원될 때 이동한 전자 수는 2몰이다. 이동한 전자 수를 계산할 때는 산화 반응 또는 환원 반응 한 가지만 생각하자. 둘째, CH_4 는 환원되므로 산화제이다. 그러나 산화제가 무엇인지는 이 문항의 자료만으로는 알 수 없다.

㉔ 2014학년도 대수능 대비 9평 #6

6. 다음은 염소(Cl_2) 기체를 물에 녹였을 때 일어나는 반응의 화학 반응식이다.



예컨대 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{HCl}$ 의 반응에서는 H_2O 는 산화 환원 반응에 참여한다고 볼 수 없다. 따라서 산화제인지, 환원제인지 알 수 없다. 당시 이 문항의 ㄴ선지는 'H₂O는 산화된다.'라고 물었었다. 당연히 틀린 선지이다.

8.

정답 : ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[해설]

- ㄱ. 브뢴스테드-로우리 산은 양성자 주개이므로 옳은 선지이다.
- ㄴ. 루이스 염기는 전자쌍 주개이므로 옳은 선지이다.
- ㄷ. BF_3 는 루이스 산으로, NH_3 는 루이스 염기로 작용한다. BF_3 의 결합각은 반응 전이 반응 후보다 크고, NH_3 의 결합각은 반응 전이 반응 후보다 작다.

9.

정답 : ① ㄴ

[해설]

원자 반지름이 이온 반지름보다 크다는 것은 금속이라는 걸 의미한다. 따라서 A는 Na이다. 또한 A~C의 이온 전자 배치는 모두 Ne과 같으므로 B와 C는 O 또는 F 중 하나이다. 등전자 이온에서 이온 반지름은 핵전하량이 작을수록 크므로 B는 F이고 C는 O이다.

- ㄱ. 같은 주기에서 원자 반지름은 원자 번호가 작을수록 크므로 틀린 선지이다.

10.

정답 : ④ $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2$

[헝키의 한마디] 킬러 영역 중 하나인 탄화 수소의 양적 관계이다. 그러나 너무 전형적인 기본 문항이다. 당황했다.

[해설]

첫째, A관에서는 H의 질량을, B관에서는 C의 질량을 구해야 한다. 각 관에서 구한 질량을 더하면 원래 연소 전 탄소 화합물을 구성하는 C와 H의 질량 합이 된다. 원래 시료에서 이 질량을 빼자.

둘째, 위의 계산에서 얻어진 값은 탄소 화합물에 존재하는 O의 질량이다. 물의 정의에 의해 C, H, O의 질량을 각각 원자량으로 나누면 원자 수의 비가 나온다.

- 셋째, X의 실험식을 구할 수 있다. 분자식이 아닌 실험식임에 유의하자.

11.

정답 : ③ ㄱ, ㄴ

[헝키의 한마디] 이제는 너무 뻘해져 버린 tool을 사용했다.

[해설]

2, 3주기 중에서 p 오비탈의 총 전자 수에 대한 s 오비탈의 총 전자 수가 1인 것은 Mg와 O가 있다. 그런데 Y의 원자가 전자 수는 4이고, Y와 Z는 홀전자 수가 같으므로 X는 Mg이고 Y는 C이며 Z는 O이다.

- ㄷ. CO_2 는 선형이다.

[헝키의 개념 확장하기] FLASHBACK

전자가 들어 있는 오비탈 수와 오비탈에 들어 있는 전자 수는 주기율 문항에서 중요한 filtering tool로써 이용된다. 특히나 위 문항에서 언급된 조건은 화1 수험생이라면 반드시 알아야할 부분이다.

㉔ 2016학년도 대수능 대비 6평 #16

16. 다음은 2~3주기 바닥 상태 원자 A~D의 전자 배치에 대한 자료이다.

○ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수 : $B > A, D > C$
○ 전체 s 오비탈의 전자 수에 대한 전체 p 오비탈의 전자 수의 비

원자	A	B	C	D
전체 p 오비탈의 전자 수 / 전체 s 오비탈의 전자 수	1	1	1.5	1.5

위 문항에서도 A와 B는 O 또는 Mg임을 바로 생각할 수 있어야 했다.

㉔ 2016학년도 대수능 대비 6평 #16

8. 다음은 2, 3주기 원자 A~C에 대한 자료이다.

○ 양성자 수의 비는 $A : B = 4 : 1$ 이다.
○ 같은 족에 속하는 원자는 2개이다.
○ C에는 바닥 상태 전자 배치에서 홀전자가 존재하며,
 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}} = 1$ 이다.

위 문항에서도 C는 O 또는 Mg임을 바로 생각할 수 있어야 했다. 바닥 상태의 C 원자에서 홀전자가 존재함을 명시함으로써 C는 O임이 드러난다.

12.

정답 : ② ㄷ

[해설]

(가)는 2에서 1로, (나)는 4에서 2로, (다)는 3에서 2로의 주양자수 변화가 있다.

- ㄱ. (가)는 라이먼 계열이며, 자외선을 방출한다.
- ㄴ. (나)의 파장은 486nm에 해당한다.

13.

정답 : ④ ㄴ, ㄷ

[해설]

질량 보존의 법칙이 핵심이다.

실험 I에서 AB와 B₂의 질량비를 14 : 4라고 하고 반응식을 작성하면 반응 질량비를 바로 알 수 있다. 반응 질량비는 $AB : B_2 : AB_2 = 7 : 4 : 11$ 이다.

실험 II에서 AB와 B₂의 반응 전 질량을 8a, 4a로 설정하면 한계 반응물은 B₂가 되며, B₂가 아닌 AB가 a만큼의 질량이 남고, AB₂는 11a만큼의 질량이 생성된다. 따라서 ㄱ은 틀리고 ㄴ은 옳은 선지이다.

원자량의 비는 물의 정의에 의해 반응 몰수 비에 대한 반응 질량비로 구할 수 있다. 여기서는 간단한 연립 1차 방정식을 풀어야 한다.

[헝키의 개념 확장하기] FLASHBACK

이 문항은 개정 교육과정 초기 14학년도 수능 대비 9월 모의평가에서 킬러 문항으로 작용했던 20번 문항을 패러디한 것이다.

㉔ 2014학년도 대수능 대비 9평 #20

20. 다음은 A와 B가 반응하여 C가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 반응물 A, B의 질량비를 다르게 하여 수행한 실험 I, II에서 반응 전과 후에 존재하는 물질의 질량비를 나타낸 것이다. 실험 I에서는 반응물 A가 모두 반응하였고, II에서는 반응물 B가 모두 반응하였다.

실험	반응 전	반응 후
I	A : B = 1 : 2	B : C = 10 : 11
II	A : B = x : y	A : C = 1 : 2

실험 II에서 $x : y$ 는? [3점]

14.

정답 : ⑤ 가, 나, 다

[해설]

아보가드로 법칙에 의하면 일정한 온도와 압력에서 기체의 분자량은 밀도에 비례하는 특이한 상황이 발생한다. 이에 유의하며 풀이하자.

- 가. 아보가드로 법칙에서 기체의 부피는 분자 수에 비례한다.
- 나. 계산해보면 X~Z의 원자량의 비는 7 : 8 : 16이다.
- 다. 단위 질량당 Y 원자 수는 분자량의 역수에 분자 1개당 Y 원자 수를 곱하면 된다. (가) : (다) = 16 : 15이다.

15.

정답 : ② 나

[헝키의 한마디] 정갈한 논리.

[해설]

첫째, 홀전자 수의 합이 8이라면 세 가지 원자가 갖는 홀전자 수의 순서쌍이 3, 3, 2일 수밖에 없다. 그런데 A~C는 2, 3주기 원소 중 하나이므로 이들은 N과 P를 반드시 포함한다.

둘째, N과 P의 전자가 들어 있는 오비탈 수는 각각 5, 9이다. 따라서 하나의 원자는 반드시 9개의 전자가 들어 있는 오비탈 수를 가져야 한다. 홀전자 수가 2인 것을 동시에 만족하는 원자는 S이다.

- 셋째, 제1 이온화 에너지는 $N > P > S$ 이므로 A~C는 각각 N, P, S이다.
- 나. 같은 족에서 전기 음성도는 원자 번호가 작을수록 크다.
- 다. 같은 주기에서 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크다.

16.

정답 : ④ 나, 다

[해설]

(가)는 CF_4 , (나)는 COF_2 , (다)는 OF_2 임을 쉽게 알 수 있다. 따라서 X~Z는 각각 C, F, O이다.

- 가. (나)의 분자 모양은 (정)사면체형이다.
- 나. (나)와 (다)는 비공유 전자쌍 수가 8개로 같다.
- 다. (다)는 극성 분자이고 (가)는 무극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 (다)가 (가)보다 크다.

[헝키의 개념 확장하기] FLASHBACK

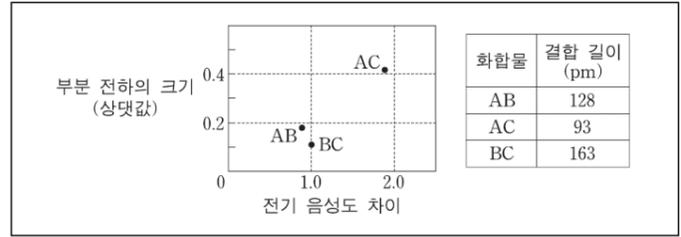
첫째, 옥텟 규칙을 만족하는 분자를 이루는 C, N, O, F에 있어서 '비공유 전자쌍 수'는 공식화해도 무방하다. C, N, O, F는 각각 0, 1, 2, 3개의 비공유 전자쌍을 갖는다. 따라서 위 문항의 나은 일일이 셀 것이 아니라 0.1초 만에 판단이 가능하다.

둘째, 화1에서 쌍극자 모멘트의 개념은 정성적인 수준에서만 다뤄진다. 다시 말하면 '극성 분자이나, 무극성 분자이나.'만을 구분하는 기준이다. 당연히 극성 분자가 무극성 분자보다 분자의 쌍극자 모멘트가 크다. 항상 그렇다.

따라서 극성 분자 간의 쌍극자 모멘트의 비교는 거의 없다고 해도 무방하며 추가 자료를 주어주기 마련이다. 아래의 문항은 개정 후 평가원에서 출제된 유일한, 극성 분자 간 쌍극자 모멘트에 대한 자료 분석 문항이다.

㉔ 2015학년도 대수능 대비 6평 #13

13. 다음은 화합물 AB, AC, BC에 대한 자료이다. A~C는 각각 H, F, Cl 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 임의의 원소 기호이며, 쌍극자 모멘트의 크기는 부분 전하의 크기와 두 전하 사이의 거리(결합 길이)의 곱과 같다.)

<보기>
 가. AC는 공유 결합 화합물이다.
 나. 쌍극자 모멘트는 $AC > AB$ 이다.
 다. 전기 음성도는 $C > A > B$ 이다.

- ① 가 ② 다 ③ 가, 나 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

17.

정답 : ②

[해설]

반응 전 전체 기체의 몰수 합과 반응 후 전체 기체의 몰수 합에 주목하자. 전체 기체의 몰수 합의 변화량은 실험1과 실험2에서 같다. 즉, 두 실험에서 반응한 A와 B의 몰수가 같다는 것이다.

한계 반응물이 모두 A라면 실험2가 실험1의 2배 만큼 반응해야하므로 모순이다. 한계 반응물이 모두 B라면 실험1이 실험2의 2배 만큼 반응해야하므로 모순이다. 따라서 실험1과 실험2에서 한계 반응물은 서로 다르다.

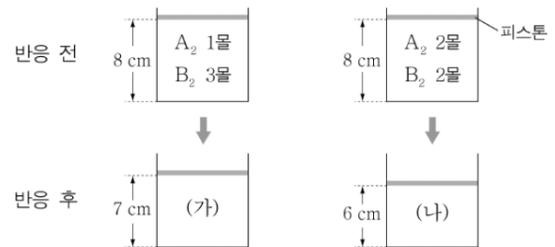
더하여서, 실험1에 비해 실험2에서 A의 몰수가 증가하고, 실험1에 비해 실험2에서 B의 몰수가 감소하므로 실험 1, 2의 한계 반응물은 각각 A와 B임을 알 수 있다. 따라서 a는 1이고 b는 5이다. 게다가 반응 후 전체 기체의 몰수를 자료와 같이 맞추려면 c+d는 반드시 7이어야 한다. c와 d의 각각의 값은 위 문항의 자료만으로는 알 수 없으나 문제에서 요구하는 값은 구할 수 있다.

[헝키의 개념 확장하기] FLASHBACK

반응량에 따른 한계 반응물의 설정은 3년 전 아래의 문항을 보고 오래 전부터 필자가 주창해오던 스킬이다. 이제는 당연히 알아야 할 내용이 되어 버렸지만 말이다.

㉔ 2015학년도 대수능 대비 3평 #20

20. 그림은 일정한 온도와 압력에서 실린더에 기체 A_2 와 B_2 의 몰수를 달리하여 넣고 반응시켜 기체 X를 생성할 때, 반응 전과 후의 피스톤의 높이를 나타낸 것이다. A_2 와 B_2 중 어느 한 기체는 모두 반응한다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 임의의 원소 기호이고, 피스톤의 마찰은 무시한다.) [3점]

<보기>
 가. X는 2원자 분자이다.
 나. (가)와 (나)에는 B_2 가 들어 있다.
 다. A_2 3몰과 B_2 1몰을 넣고 반응시켰을 때, 반응 후 피스톤의 높이는 6 cm이다.

㉔ 2016학년도 대수능 대비 헝키 직전 모의고사 #20

20. 다음은 기체 반응 실험이다.

[실험 과정]
○ 일정한 온도와 압력에서 실린더에 기체 A, B의 몰수를 다르게 넣고 어느 한 쪽이 모두 없어질 때까지 반응시킨다.

$$4A(g) + aB(g) \rightarrow 2C(g) + 3D(g)$$

[실험 결과]

실험	넣어준 기체의 몰수		반응 전후 실린더의 높이 변화
I	A(g) 4몰	B(g) 6몰	2cm
II	A(g) 10몰	B(g) 10몰	4cm
III	A(g) 6몰	B(g) 14몰	xcm

$a+x$ 의 값은?

18.

정답 : ④

[해설]

산의 종류가 1가지이고, 염기의 종류가 2가지인 상황이다. 양이온의 종류가 3가지라는 것은 반드시 산성임을 의미하고, 양이온의 종류가 2가지라는 것은 중성 또는 염기성을 의미한다.

(나)에서 두 양이온은 반드시 Na^+ 또는 K^+ 여야 한다. (가)와 (나)를 비교해보니 NaOH 수용액의 부피는 (가)가 (나)의 6분의 1이다. 따라서 (나)에서 더 많이 존재하는 양이온은 Na^+ 임을 충분한 논리로 가정할 수 있다.

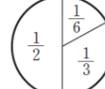
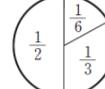
혼합 용액	(가)	(나)
H^+ 이온 수	$4N \rightarrow N$	$8N \rightarrow 0$
Cl^- 이온 수	$4N$	$8N$
Na^+ 이온 수	N	$6N$
OH^- 이온 수	$3N \rightarrow 0$	$8N \rightarrow 0$
K^+ 이온 수	$2N$	$2N$

[헝키의 개념 확장하기] FLASHBACK

이온 수의 원 그래프, 그리고 이온의 종류에 따른 액성 판단은 아래의 기출에서도 제시되었던 아이디어이다.

㉔ 2014학년도 대수능 대비 6평 #20

20. 표는 묽은 염산(HCl) x mL에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액을 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(다)에 존재하는 이온 수의 비율을 이온의 종류에 관계없이 나타낸 것이다. 용액 (가)와 (나)의 액성은 염기성이다.

	용액 (가)	용액 (나)	용액 (다)
HCl의 부피(mL)	x	x	x
NaOH의 부피(mL)	30	60	10
이온 수의 비율			㉔

㉔에 해당하는 것으로 가장 적절한 것은? [3점]

- ①  ②  ③ 
- ④  ⑤ 

개정 후 최초의 6월 모의평가에서부터 원 그래프는 등장했다. 전체 이온 수에 대한 비율을 나타내었으므로 수용액 속 이온의 전하량의 총합은 0이라는 것을 이용하면 금방 풀이할 수 있다.

㉔ 2017학년도 대수능 대비 6평 #17

17. 표는 HCl(aq), NaOH(aq), KOH(aq)의 부피를 달리하여 혼합한 용액에 대한 자료이다. ㉔과 ㉕은 각각 1:2와 1:9 중 하나이다.

용액	혼합 전 용액의 부피(mL)			생성된 물 분자 수	혼합 용액 내 양이온 수의 비
	HCl(aq)	NaOH(aq)	KOH(aq)		
(가)	20	30	10	x	㉔
(나)	10	20	30	2N	㉕
(다)	30	10	20	5N	

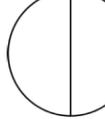
(가), (나), (다)를 모두 혼합한 용액에서 OH^- 의 수는? [3점]

- ① 0 ② x ③ 2x ④ 3x ⑤ 4x

혼합 용액 내 양이온 수의 비로써 (가)와 (나)의 액성이 정해지는 자료를 사용하였다.

㉔ 2016학년도 대수능 대비 헝키 모의고사 3회 #20

20. 표는 HCl(aq), NaOH(aq), KOH(aq)의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가), (나)에 대한 자료이다.

혼합 용액		(가)	(나)
혼합 전 용액의 부피 (mL)	HCl(aq)	60	40
	NaOH(aq)	10	30
	KOH(aq)	20	10
음이온 수의 비율			
○ (가)와 (나)를 혼합한 용액에 존재하는 양이온 수는 $14N_A$ 이다.			

(가)와 (나)에 존재하는 단위 부피 당 수산화 이온(OH^-)수의 비와 혼합 용액 (나)에 존재하는 염소 이온(Cl^-)의 수를 바르게 짝지은 것은? (단, N_A 는 '아보가드로 수'이다.) [3점]

- | (가) : (나) | Cl^- 수 |
|-----------|----------|
| ① 4:9 | 2몰 |
| ② 9:16 | 2몰 |
| ③ 4:9 | 4몰 |
| ④ 9:16 | 4몰 |
| ⑤ 9:16 | 6몰 |

헝키 콘텐츠는 ㉔가 나오기 전에 음이온 수만의 비율을 원 그래프로 제시하여 액성을 판단하는 문항을 출제했었다.

19.

정답 : ③ ㄱ, ㄴ

[해설]

첫 번째 조건은 (가)~(다)가 모두 실험식이 같다는 것을 의미한다. 두 번째 조건에 의하면 3가지 탄화수소의 C 원자 수의 합이 8이므로 가장 가능성이 높은 C 원자 수의 순서쌍은 3, 3, 2임을 알 수 있다. 결국 첫 번째와 두 번째 조건을 조합하면 실험식이 CH_2 로 같다는 것을 쉽게 추론 가능하다.

세 번째 조건은 H 원자 2개와 결합한 C 원자 수를 비교하였다. 결국 (가)~(다)는 각각 C_3H_6 (사이클로프로펜), C_2H_4 , C_3H_6 (프로펜)이다.

[헝키의 개념 확장하기] FLASHBACK

탄화수소의 구조를 따지는 문항은 의외로 꽤나 오래 전부터 킬러의 기미를 보여 왔다. 'H 원자 n개와 결합한 C 원자 수'를 처음으로 제시했을 때를 돌아보자.

㉔ 2014학년도 대수능 #12

12. 표는 탄화수소 (가)~(라)에 대한 자료이다.

탄화수소	분자식	H원자 3개와 결합된 C원자(-CH ₃)의 수
(가)	C ₃ H ₄	1
(나)	C ₃ H ₆	1
(다)	C ₃ H ₆	0
(라)	C ₃ H ₈	2

(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— < 보 기 > —

ㄱ. (가)에서 탄소 사이의 결합각은 180°이다.
 ㄴ. 이중 결합이 있는 탄화수소는 1가지이다.
 ㄷ. 가장 작은 결합각이 있는 탄화수소는 (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

화1을 공포의 과목으로 몰아넣은 14학년도 대수능에서 역시나 처음 등장하였다.

㉔ 2017학년도 대수능 대비 6평 #19 및 2017학년도 대수능 #14

19. 다음은 분자식이 서로 다른 탄화수소 X~Z에 대한 자료이다.

○ 탄화수소의 분자식은 각각 C₆H₆, C_mH₆, C_nH_{12-2n} 중 하나이고, 3 ≤ m < 6이다.
 ○ 고리 모양 탄화수소는 1가지이다.
 ○ 실험식이 같은 탄화수소는 2가지이다.

탄화수소	X	Y	Z
H원자 2개와 결합한 C원자 수	0	0	6
H원자 1개와 결합한 C원자 수	1	0	
H원자 3개와 결합한 C원자 수			

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

— < 보 기 > —

ㄱ. X에서 모든 탄소 원자는 동일 평면에 있다.
 ㄴ. Y에는 2중 결합이 있다.
 ㄷ. Z에서 탄소 사이의 결합각은 120°이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

14. 다음은 분자 모형 제작을 통해 탄화수소 X와 Y의 다양한 구조를 알아보기 위한 탐구 활동이다.

[준비물]
스타이로폼 공(검은 공, 흰 공), 이쑤시개

[제작 규칙]
I. X와 Y의 분자 구조는 전자쌍 반발 이론을 따르고, 탄소 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.
 II. 검은 공은 탄소 원자로, 흰 공은 수소 원자로, 이쑤시개 1개는 공유 전자쌍 1개로 정한다.

[제작 과정]
(가) 각 준비물을 표에 제시된 개수만큼 사용하여 X와 Y의 모형을 제작한다.

탄화수소	모형 1개 제작에 필요한 준비물의 개수		
	이쑤시개	검은 공	흰 공
X	13	a	10
Y	6	b	c

(나) (가)에서 제작한 모형의 구조와 다른 구조가 존재한다면 (가)의 과정을 반복하여 다른 모형을 제작한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— < 보 기 > —

ㄱ. a + b + c = 9이다.
 ㄴ. X의 가능한 구조는 2가지이다.
 ㄷ. Y는 포화 탄화수소이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

처음 제시한 지 3년이 가까이 지나서야 이쪽도 괴랄해지고야 말았다.

㉔ 2016학년도 헝키 모의고사(0~6회, 직전, 16PNMIE)

<첨부 생략>

헝키 컨텐츠는 꾸준히 탄화수소 구조 유형의 킬러화에 대하여 경고했었다.

20.

정답 : ①

[해설]

(나)에서 넣어준 금속 B의 몰수를 b라고 하자. 반응 후 A 이온의 수는 1.5 - 3b이므로 1.5 - 3b : b = 2 : 1이다. 여기서 b의 값은 0.3이다. 즉, 이때 A 이온과 B 이온은 각각 0.6몰, 0.3몰 존재한다.

(다)에서는 C가 A 이온과 B 이온 모두와 반응한다. 반응성은 B가 A보다 크므로 A 이온 먼저 C와 반응한다. 즉 0.3몰의 C 이온이 우선적으로 생성된다.(반응할 때 교환되는 전하량은 같아야하므로)

이후에 생성되는 C 이온의 수를 c라고 하자. 0.3 - $\frac{2}{3}c$: 0.3 + c = 1 : 6이므로 이때 c의 값은 0.3이다. 즉 (다)에서 반응이 끝난 후 각 이온의 수는 B 이온이 0.1몰, C 이온이 0.6몰이다.

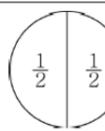
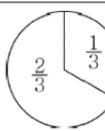
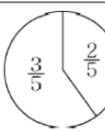
조건에 의하면 넣어준 B와 C는 모두 전부 반응하였으므로 B의 원자량에 대한 C의 원자량은 $\frac{w_2}{2w_1}$ 이다.

[헝키의 개념 확장하기] FLASHBACK

금속 반응의 양적 관계 문항은 두 번째 개정 교육과정 해까지도 평가원에서 출제되지 않았다. 필자가 생각하는, 개정 교육과정 이후 최초로 출제된 금속 반응 양적 관계 문항부터 돌아보자. 하지만 당해 수능에서는 출제되지 않았다.

㉔ 2015학년도 대수능 대비 10평 #20

20. 표는 금속 양이온 A³⁺과 B⁺이 들어 있는 수용액에 금속 C를 넣었을 때, 반응이 진행됨에 따라 생성되는 C²⁺의 몰수와 용액 속에 존재하는 양이온 수의 비율을 이온의 종류에 관계없이 나타낸 것이다. 용액 (가)~(다)에는 각각 2가지 양이온만 존재한다.

용액	(가)	(나)	(다)
생성되는 C ²⁺ 의 몰수(몰)	0	0.03	0.06
양이온 수의 비율			

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A ~ C는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

— < 보 기 > —

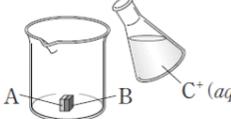
ㄱ. B⁺이 A³⁺보다 환원되기 쉽다.
 ㄴ. (가)에서 A³⁺의 몰수는 0.06몰이다.
 ㄷ. 전체 양이온 수의 비는 (나) : (다) = 9 : 10이다.

필자가 평가원 모의고사 이외에도 교육청 모의고사를 항상 주목하는 이유 중 한가지이기도 하다. 그러고 나서 바로 다음 해, 6월 평가원 모의고사에서 새로운 유형이라며 호들갑이 났다. 물론 16 케미-옵티마에서는 금속 반응 문항을 다수 실었었지만 말이다.

㉔ 2016학년도 대수능 대비 6평 #20

20. 다음은 금속 A~C의 산화 환원 반응 실험이다.

[실험 과정]
 (가) 두 금속 A와 B가 들어 있는 비커에 $C^+(aq)$ VmL 를 넣어 반응시킨다.
 (나) 과정 (가)의 비커에 $C^+(aq)$ VmL 를 더 넣어 반응시킨다.
 (다) 과정 (나)의 비커에 $C^+(aq)$ VmL 를 더 넣어 반응시킨다.



[실험 결과]
 ○ A가 모두 산화된 후 B가 산화되었다.
 ○ (가)~(다)에서 반응 후 용액 속의 양이온 종류와 수

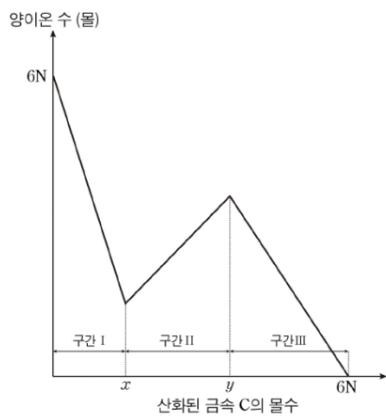
	(가)	(나)	(다)
양이온 종류	A^{2+}, B^{3+}	A^{2+}, B^{3+}	A^{2+}, B^{3+}, C^+
양이온 수 (상댓값)	6	11	24

반응 전 A에 대한 B의 몰수 비($\frac{B \text{의 몰수}}{A \text{의 몰수}}$)는? (단, 음이온은 반응하지 않는다.) [3점]

- ① 1 ② 1.5 ③ 2 ④ 2.5 ⑤ 3

㉔ 2016학년도 행키 직전 모의고사 #20

18. 그림은 $A^{2+}(aq)$, $B^+(aq)$ 이 들어 있는 수용액에 금속 C를 넣었을 때 산화된 금속 C의 몰수에 따른 수용액의 양이온 수를 나타낸 것이다. 구간 I~III은 각각 A~C이온의 몰수 중 하나이다.



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

- <보기>
- ㄱ. 구간 I은 A^{2+} 를 나타낸 것이다.
 - ㄴ. C이온의 산화수는 +3이다.
 - ㄷ. $x+y$ 의 값은 51이다.

그런데 이후 당해 9평에서는 금속 반응 문항이 출제되지 않았다. 그래서 많은 사람들은 이벤트성 문항이지 않을까 우려했다. 그러나 2016학년도 수능을 대비하여 출판된 2016 행키 모의고사에서는 언제나 4페이지에 금속 반응 문항이 위치하여 있었다.

행키 화1 기출 분석 시리즈 총평

(2018학년도 대수능 대비 고3 3월 모의고사)

매우 무난히 출제되었다.
 너무나도 전형적이어서 딱히 논평할 가치가 있는 지는 의문이다.
 기출 문항의 분석만으로도 충분히 쉽게 해결할 수 있는 시험지였다.