

이름: \_\_\_\_\_ 학번: \_\_\_\_\_ 학과: \_\_\_\_\_

- 시험시간: 오후 3시 ~ 오후 4시 30분
- 휴대전화는 끌 것.
- 지우개, 계산기는 서로 빌려줄 수 없음.
- 숫자로 답이 나오는 경우에 유효 숫자가 틀리지 않도록 주의 할 것. 유효 숫자가 틀리면 감점 있음.
- 답은 각 문제에 주어진 네모 안에 적어라.
- 각 문항에서 빈 공간이 있는 경우는 풀이 과정을 적으라는 의미임.
- 시험에 필요한 상수, 데이터, 주기율표는 맨 뒤 장에 있음.
- 문제수: 11
- Page 수: 4
- 만점: 170 점

1. 다음의 예1과 예2를 참고하여 빈칸을 채워라. (1 x 16 = 16점)

	단위	측정하는 물리량	SI 기본 단위로 표현
예1	kg	질량	kg
예2	Hz	주파수	s <sup>-1</sup>
(1)	N	힘	kg · m · s <sup>-2</sup>
(2)	J	에너지	kg · m <sup>2</sup> · s <sup>-2</sup>
(3)	m · s <sup>-1</sup>	속도, 속력	m · s <sup>-1</sup>
(4)	K	온도	K
(5)	m <sup>3</sup>	부피	m <sup>3</sup>
(6)	m · s <sup>-2</sup>	가속도	m · s <sup>-2</sup>
(7)	Pa	압력	kg · m <sup>-1</sup> · s <sup>-2</sup>
(8)	kg · m <sup>-3</sup>	밀도	kg · m <sup>-3</sup>

2. 우주의 질량을 계산해보자. (2 x 8 = 16점)

(a) 우주의 반경은 1.4 x 10<sup>10</sup> ly (ly=light year=광년) 이다. 우주의 반경은 몇 mol cm 인가? (1 ly = 빛이 진공 속을 1년 동안 간 거리, 1 년 = 365 일)

$$\begin{aligned}
 1 \text{ ly} &= 365 \text{ 일} \times 24 \text{ 시간/일} \times 60 \text{ 분/시간} \times 60 \text{ 초/분} \times \text{광속} \\
 &= 365 \text{ 일} \times 24 \text{ 시간/일} \times 60 \text{ 분/시간} \times 60 \text{ 초/분} \times 3.00 \times 10^8 \text{ m/s} \\
 &= 9.46 \times 10^{15} \text{ m} \\
 &= 9.46 \times 10^{15} \text{ m} \times 100 \text{ cm/m} \\
 &= 9.46 \times 10^{17} \text{ cm} \times (1 \text{ mol} / 6.022 \times 10^{23}) \\
 &= 1.57 \times 10^{-6} \text{ mol cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{우주의 반경} &= 1.4 \times 10^{10} \text{ ly} \\
 &= 1.4 \times 10^{10} \text{ ly} \times 1.57 \times 10^{-6} \text{ mol cm} / \text{ly} \\
 &= 2.2 \times 10^4 \text{ mol cm}
 \end{aligned}$$

2.2 x 10<sup>4</sup> mol cm

(b) 위의 우주 반경을 가지고 우주의 부피를 계산하면 1.1 x 10<sup>31</sup> ly<sup>3</sup> 가 된다. 허블 망원경의 관측에 의하면 우주에 있는 별의 수의 밀도는 대략  $\frac{5.0 \times 10^{21} \text{ stars}}{4.0 \times 10^{21} \text{ ly}^3}$  로 추정된다. 별 하나당 평균질량을 3.0 x 10<sup>30</sup> kg 이라고 하면 우주의 질량은 몇 mol g 이 되겠는가?

$$\begin{aligned}
 &\text{우주의 질량 (mol g)} \\
 &= \text{별의 수의 밀도} \times \text{우주의 부피} \times \text{별의 평균 질량} \times 1000 \text{ g/kg} \\
 &\quad \times (1 \text{ mol} / 6.022 \times 10^{23}) \\
 &= \frac{5.0 \times 10^{21} \text{ stars}}{4.0 \times 10^{21} \text{ ly}^3} \times (1.1 \times 10^{31} \text{ ly}^3) \times (3.0 \times 10^{30} \text{ kg/star}) \times 1000 \text{ g/kg} \\
 &\quad \times (1 \text{ mol} / 6.022 \times 10^{23}) \\
 &= 6.9 \times 10^{40} \text{ mol g}
 \end{aligned}$$

6.9 x 10<sup>40</sup> mol g

3. 다음 화합물의 이름 또는 분자식을 써라. (2 x 5 = 10점)

화합물	이름 (한글 또는 영어 하나만 써라)
SO <sub>3</sub>	삼산화황 (Sulfur Trioxide)
KBrO <sub>3</sub>	브로민산포타슘 (Potassium Bromate)
NaHCO <sub>3</sub>	탄산수소소듐 (Sodium Hydrogen Carbonate) 또는 중탄산소듐 (Sodium Bicarbonate)
CO <sub>2</sub>	이산화탄소 (Carbon dioxide)
TiO <sub>2</sub>	산화티타늄(IV) (Titanium(IV) Oxide)

4. 두 원소 R과 Q는 결합하여 두 종류의 이성분 화합물을 만든다. 첫 번째 화합물에서는 R 14.0 g 이 Q 3.00 g 과 결합하고 두 번째 화합물에서는 R 7.00 g 과 Q 4.50 g 이 결합한다. (3+5= 8점)

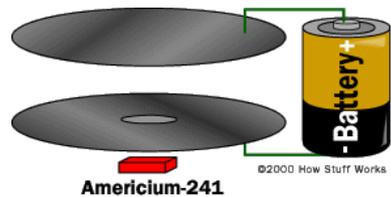
(1) 위의 Dalton이 자신의 원자론을 확립하는 과정에서 발견한 법칙이다. 무슨 법칙인가?

배수비례의 법칙 (Law of multiple proportion)

(2) 위에서 두 번째 화합물의 화학식이 RQ라고 하면 첫 번째 화합물의 화학식은?

R<sub>3</sub>Q

5. 화재경보기 (Smoke detector) 에는 핵발전소의 반응 부산물인 방사성동위원소 Americium (원소기호 Am) 이 들어 있다. Am 중에서 질량수 241 인 동위원소가 사용되는데 그 반감기는 432 년이다, 작동원리를 살펴보기 위하여 화재경보기의 가장 중요한 구조를 다음 그림에 나타내었다.



두 전극 근처에 Am-241을 두면 Am-241은 알파입자 (헬륨의 핵: <sup>4</sup>He)를 방출하면서 붕괴 (decay) 한다. 방출된 알파입자는 전극 사이에 있는 공기 중의 산소분자와 (O<sub>2</sub>) 질소분자 (N<sub>2</sub>) 와 충돌하여 산소, 질소 분자에 있는 전자를 떼어내서 자유전자 (e<sup>-</sup>) 와 산소와 질소의 양이온 (O<sub>2</sub><sup>+</sup>, N<sub>2</sub><sup>+</sup>)을 만든다. 생성된 자유전자는 양극으로, 그리고 O<sub>2</sub><sup>+</sup>, N<sub>2</sub><sup>+</sup> 양이온은 음극으로 이동하여 전류가 흐르게 된다. 화재가 발생하여 연기가 생기게 되면 연기는 전극 사이에도 들어가게 되고 연기는 방출된 알파입자를 흡수하게 되어 산소와 질소의 양이온 (O<sub>2</sub><sup>+</sup>, N<sub>2</sub><sup>+</sup>)의 발생량을 줄인다. 따라서 흐르는 전류량이 감소하게된다. 화재경보기는 위의 전극사이에 흐르는 전류량이 감소하는 것을 감지하여 경보를 울리게 된다. (1 x 12 =12점)

(1) Am-241의 원자번호, 양성자수, 중성자수, 질량수를 써라.

원자번호	95	양성자수	95
중성자수	146	질량수	241

(2) Am-241이 붕괴하면서 알파입자를 방출한 후에는 결과적으로 어떤 다른 핵종으로 바뀌었을 것이다. 이 핵종의 원소기호, 원자번호, 중성자수, 질량수를 써라.

원소기호	Np	원자번호	93
중성자수	144	질량수	237

(3) 화재경보기에서 생성된 산소양이온(O<sub>2</sub><sup>+</sup>)와 질소양이온(N<sub>2</sub><sup>+</sup>)에 있는 전체 전자수와 O, N 원자의 산화수를 써라.

O <sub>2</sub> <sup>+</sup>		N <sub>2</sub> <sup>+</sup>	
전체전자수	15	전체전자수	13
O의 산화수	1/2	N의 산화수	1/2

6. 큐멘(cumene)은 아세톤과 페놀을 공업적으로 생산하는 과정에 쓰이는 원료 물질로서 탄소와 수소로만 이루어져 있다. 47.6 mg의 큐멘을 연소시켰더니 42.8 mg의 물과 약간의 이산화탄소가 발생하였다. 큐멘의 물질량이 115 g/mol과 125 g/mol 사이의 값을 갖는다고 할 때 큐멘의 실험식과 분자식을 구하라. (15점)

발생한 물(H<sub>2</sub>O) 속에 있는 수소는 모두 큐멘에서 왔으므로

큐멘 47.6 mg 속의 수소의 질량  
 = 발생한 물의 질량 x 물에서 수소의 질량 백분율  
 = 42.8 mg x {2 x 1.008 g / (2 x 1.008 g + 15.999 g)}  
 = 4.79 mg

큐멘에서 수소의 질량 백분율 = 4.79 mg / 47.6 mg x 100 % = 10.1 %

따라서 큐멘에서 탄소의 질량 백분율 = (100 - 10.1) % = 89.9 %

큐멘 100 g 속에 있는 수소의 mol 수  
 = 100 g x 0.101 x (1 mol / 1.008 g) = 10.0 mol

큐멘 100 g 속에 있는 탄소의 mol 수  
 = 100 g x 0.899 x (1 mol / 12.01 g) = 7.49 mol

C:H = 7.49:10.0 ~ 3:4

큐멘의 실험식 => C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>

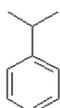
실험식: C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>

큐멘 실험식의 물질량  
 = 3 x 12.01 g/mol + 4 x 1.008 g/mol = 40.06 g/mol

큐멘의 물질량은 115 g/mol과 125 g/mol 사이 이므로

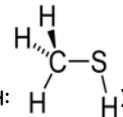
큐멘의 분자식 = (큐멘의 실험식) x 3

큐멘의 분자식 => C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>



분자식: C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>

7. 사람은 한번에 200 mL~1500 mL 정도 부피의 방귀를 하루에 13~14번 정도 뀌고 한다. 방귀에는 수소분자, 이산화탄소, 질소분자 등의 주 성분과 약간의 황(S) 화합물 또는 질소(N) 화합물도 포함하는데 냄새는 이들 황(S) 화합물 또는 질소(N) 화합물 때문에 발생한다. 방귀에 포함되어 나오는



황(S) 화합물 중에서는 methyl mercaptan (CH<sub>3</sub>SH: H<sub>3</sub>C-S-H)도 있는데 이 분자는 우리들 집에서 연료로 쓰고 있는 천연가스에 일부러 넣어서 가스가 새어 나올 때 알 수 있도록 하고 있다.

방귀를 뀌 때 몸 밖으로 방출되는 모든 기체를 이상기체라고 가정하고 전체 방귀 중에서 methyl mercaptan의 몰분율은 1.00 x 10<sup>-6</sup> 이라고 가정 하면 하루에 우리 몸이 방출하는 methyl mercaptan 분자의 수는? (방귀 부피는 의 한번에 9.50 x 10<sup>3</sup> mL 이고 하루에 14번 뀌고 있다고 가정하라. 온도는 25°C, 기압은 1.00 atm 라고 가정) (10점)

methyl mercaptan(mm)의 분압 (P<sub>mm</sub>)

$$= X_{mm} \times P_{total}$$

$$= (1.00 \times 10^{-6}) \times 1.00 \text{ atm}$$

$$= 1.00 \times 10^{-6} \text{ atm}$$

하루 동안 방출하는 methyl mercaptan의 분자 수

$$= (P_{mm}V/RT) \times 14$$

$$= \{(1.00 \times 10^{-6} \text{ atm})(9.50 \times 10^3 \text{ mL})\} / \{[0.0821 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K})](25+273.15)\text{K}\} \times 14$$

$$= 5.43 \times 10^{-3} \text{ mmol}$$

$$= 5.43 \times 10^{-3} \times (10^{-3}) \text{ mol} \times (6.022 \times 10^{23} \text{ 개/mol})$$

$$= 3.27 \times 10^{18} \text{ 개}$$

3.27 x 10<sup>18</sup> 개

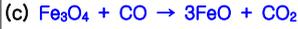
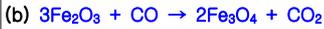
8. 제철소에는 용광로가 있다. 이 용광로에 철광석(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)과 코크(C)를 넣고 산소(O<sub>2</sub>)를 공급한 후 높은 온도로 가열하면 철(Fe)이 얻어진다. 그 화학 반응을 살펴보면

- (a) C + O<sub>2</sub> → CO
- (b) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + CO → Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub>
- (c) Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + CO → FeO + CO<sub>2</sub>
- (d) FeO + CO → Fe + CO<sub>2</sub>

의 과정을 거쳐서 철이 만들어진다. (8 + 11 + 8 = 27점)

(1) 위의 (a) ~ (d) 식에서 균형이 잡혀있지 않은 화학반응식이 있다면 균형을 잡아라. (답만 써라.)

(a) 2C + O<sub>2</sub> → 2CO



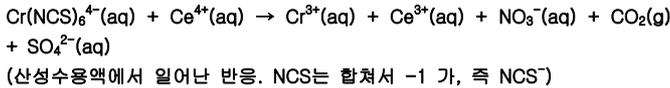
(2) 위의 화학반응은 모두 산화-환원 반응이다. 위의 (a) ~ (d) 식에 나오는 모든 화학종에 있는 원자들의 산화수를 써라.

화학종	C	O <sub>2</sub>	CO		Fe	
원자	C	O	C	O	Fe	
산화수	0	0	+2	-2	0	
화학종	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>		FeO	
원자	Fe	O	Fe	O	Fe	O
산화수	+3	-2	+8/3	-2	+2	-2

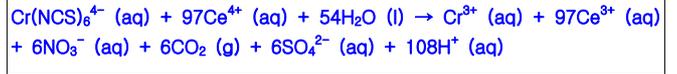
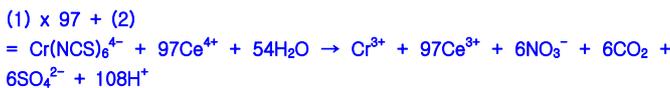
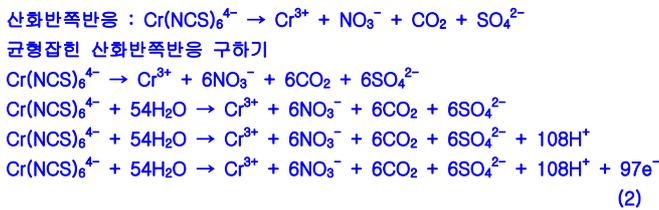
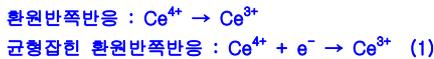
(3) 위의 (a) ~ (d) 식에서 산화제와 환원제는 각각 어떤 것인가.

식	산화제	환원제
(a)	O <sub>2</sub>	C
(b)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO
(c)	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	CO
(d)	FeO	CO

9. 다음 화학반응식의 균형을 잡아라. (20점)



$\text{Cr}(\text{NCS})_6^{4-}$  에서 Cr의 산화수 = +2 (Cr<sup>2+</sup>)

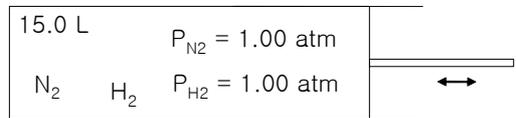


10. 다음 용액들을 혼합하였을 때, 어떤 침전물이 생길 것인가 (생긴다면)? (3 x 4 = 12점)

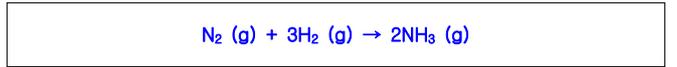
용액	침전물
$\text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$	$\text{BaSO}_4(\text{s})$
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{KCl}(\text{aq})$	$\text{PbCl}_2(\text{s})$
$\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{Na}_3\text{PO}_4(\text{aq})$	$\text{Ag}_3\text{PO}_4(\text{s})$
$\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$	$\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$

11. 질소(N<sub>2</sub>) 기체와 수소(H<sub>2</sub>) 기체가 반응하면 암모니아 (NH<sub>3</sub>)가 생성된다. 피스톤이 부착된 15.0 L의 용기에 질소와 수소 기체를 넣었다. 각 반응물의 초기 분압이 1.00 atm 이고 온도가 일정하게 유지되었고 반응이 완전히 진행되었다고 하자. (피스톤 때문에 용기의 부피는 변할 수 있다.) (2+3+3+8+8 = 24점)

처음 상태



(1) 위 반응의 균형잡힌 화학반응식을 써라.

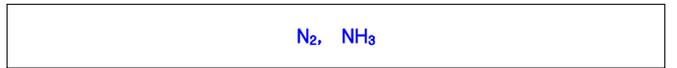


(2) 한계반응물 (한계시약) 시약은?

N<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>의 분압이 같으므로 각 분자의 mol 수도 같다. N<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>는 1:3으로 반응하므로 한계시약은 H<sub>2</sub>이다.



(3) 반응이 완결된 후에 용기 내에 남아 있는 화학종을 모두 써라.



(4) 반응 후에 용기 내의 암모니아의 분압을 계산하여라.

$n = \text{처음 H}_2\text{의 몰 수} = \text{처음 N}_2\text{의 몰 수}$

반응이 완결된 후 NH<sub>3</sub>의 mol 수 = 처음 H<sub>2</sub>의 몰 수 x (2/3) = 2n/3

반응이 완결된 후 N<sub>2</sub>의 몰 수 = n - 처음 H<sub>2</sub>의 몰 수 x (1/3) = 2n/3

반응이 완결된 후 N<sub>2</sub>:NH<sub>3</sub> 몰 비 = 1:1

피스톤에 의하여 압력은 일정하게 유지되므로 전체압력은 2.00 atm 으로 유지된다. 따라서

NH<sub>3</sub>의 분압 = 1.00 atm

1.00 atm

(5) 반응 후에 용기의 부피를 계산하여라.

$T = PV/nR = \text{일점}$

$T = P_{\text{최종}}V_{\text{최종}}/n_{\text{최종}}R = P_{\text{최종}}V_{\text{최종}}/n_{\text{최종}}R$

$V_{\text{최종}}/n_{\text{최종}} = V_{\text{최종}}/n_{\text{최종}}$

$V_{\text{최종}} = (V_{\text{최종}}/n_{\text{최종}}) \times n_{\text{최종}}$   
 $= (V_{\text{최종}}/2n) \times (4n/3)$   
 $= V_{\text{최종}} \times (2/3)$   
 $= 15.0 \text{ L} \times 2/3$   
 $= 10.0 \text{ L}$

10.0 L

- 여러 가지 상수들 -

- 광속 =  $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$
- 아보가드로의 수 (Avogadro's number) =  $6.022 \times 10^{23}$
- R (기체상수) =  $0.0821 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K}) = 8.314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

PERIODIC CHART OF THE ELEMENTS

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	INERT GASES			
1 H 1.00797														1 H 1.00797	2 He 4.0026				
3 Li 6.939	4 Be 9.0122													5 B 10.811	6 C 12.0112	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.183
11 Na 22.9898	12 Mg 24.312													13 Al 26.9815	14 Si 28.086	15 P 30.9738	16 S 32.064	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.102	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.90	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.909	36 Kr 83.80		
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.905	40 Zr 91.22	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.905	46 Pd 106.4	47 Ag 107.870	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.30		
55 Cs 132.905	56 Ba 137.34	*57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.980	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)		
87 Fr (223)	88 Ra (226)	†89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (266)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 ? (271)	111 ? (272)	112 ? (277)								

Numbers in parenthesis are mass numbers of most stable or most common isotope.

Atomic weights corrected to conform to the 1963 values of the Commission on Atomic Weights.

The group designations used here are the former Chemical Abstract Service numbers.

\* Lanthanide Series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.907	60 Nd 144.24	61 Pm (147)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.924	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
--------------------	---------------------	--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	--------------------

† Actinide Series

90 Th 232.038	91 Pa (231)	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (256)	103 Lr (257)
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------