

**2011년 한국중학생 화학대회
(KMChC 2011)**

주최: 대한화학회

주관: 대한화학회 화학올림피아드위원회

후원: LG화학

주의 사항

1. 시험시간은 오후 2시 ~ 4시까지 2시간입니다.
2. 감독관의 지시에 불응할 때 시험을 중단하고 퇴장시킬 수 있습니다.
3. 핸드폰을 시계 대신 사용할 수 없으며, 핸드폰 사용은 부정행위로 간주합니다.
4. 질문이 있는 경우 손을 들고 감독관이 올 때까지 기다립니다.
5. 첨부된 데이터와 주기율표를 참조할 수 있습니다.
6. 필기구 외에는 계산기 등을 일체 사용할 수 없습니다. 아래 첨부된 로그, 제곱근 값 이외의 값들이 필요한 학생은 손을 들어 감독관에게 문의하십시오.
7. 이 문제지는 표지 포함 총 26 쪽입니다.
8. OMR 용지의 지정된 난에 수험번호, 소속 학교, 성명, 학년을 기입해야 하며, 답안은 주어진 OMR 용지의 해당 문항번호 옆에 바르게 표기해야 합니다.
9. 답안은 반드시 컴퓨터용 수정 사인펜을 이용하여 작성해야 합니다. 답안지를 수정할 경우는 수정테이프를 사용해야 하며, 수정테이프가 없는 경우 손을 들어 감독관에게 요청하십시오.
10. 각 문제의 배점은 3점으로, 오답은 -1점, 미기입은 0점으로 처리됩니다.

기체 상수	$R = 0.082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
플랑크 상수	$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
빛의 속도	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$
아보가드로 수	$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
패러데이 상수	$F = 96485 \text{ C/(mol e}^{-})$
전자의 전하량	$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
전자의 질량	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
상용로그값	$\log 2 = 0.301, \log 3 = 0.477$
제곱근값	$\sqrt{2} = 1.414, \sqrt{3} = 1.732, \sqrt{5} = 2.236$

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	2																																																																			
H 1.008	He 4.0026	Li 6.94	Be 9.0122	B 10.81	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	Ne 20.180	Na 22.990	Mg 24.305	Al 26.982	Si 28.085	P 30.974	S 32.06	Cl 35.45	Ar 39.948	He 4.0026																																																																			
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.63	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798	37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.96	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 Hf 178.49	58 Ta 180.95	59 W 183.84	60 Re 186.21	61 Os 190.23	62 Ir 192.22	63 Pt 195.08	64 Au 196.97	65 Hg 200.59	66 Tl 204.38	67 Pb 207.2	68 Bi 208.98	69 Po (209)	70 At (210)	71 Rn (222)	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 # (265)	104 Rf (265)	105 Db (268)	106 Sg (271)	107 Bh (270)	108 Hs (277)	109 Mt (276)	110 Ds (281)	111 Rg (280)	112 Cn (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)	116 Uuh (293)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)

* Lanthanide series

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La 138.91	Ce 140.12	Pr 140.91	Nd 144.24	Pm (145)	Sm 150.36	Eu 151.96	Gd 157.25	Tb 158.93	Dy 162.50	Ho 164.93	Er 167.26	Tm 168.93	Yb 173.05	Lu 174.97

Actinide series

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac (227)	Th 232.04	Pa 231.04	U 238.03	Np (237)	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (262)

문제 1

2011년은 유엔이 정한 세계 화학의 해(International Year of Chemistry, IYC)로, 퀴리 부인의 노벨화학상 수상 100주년을 기념하고 있다. 퀴리부인은 노벨상을 수상한 최초의 여성과학자로, 노벨물리학상과 노벨화학상을 모두 수상한 유일한 과학자이다. 1911년 퀴리부인의 노벨화학상 수상 이유는, Ra, Po 등 새로운 원소들의 발견, 특히 Ra 원소와 그 화합물들의 특성에 관한 연구 업적 때문이었다. 퀴리부인은 우라늄 원광의 일종인 역청 우라늄광(pitchblende) 1 톤으로부터 Ra 0.1 g을 여러 가지 화학적 과정을 거쳐 분리하였는데, 분리 과정을 특허로 출원하지 않아 많은 사람들이 Ra을 쉽게 연구할 수 있도록 하였다. 다음 Ra 화합물 중에서 물에 가장 잘 녹지 않는 화합물은?

- ① RaCl_2 ② RaCO_3 ③ $\text{Ra}(\text{NO}_3)_2$ ④ $\text{Ra}(\text{OH})_2$

문제 2

퀴리부인의 업적을 기려 방사능 세기의 단위로 퀴리(Curie, Ci)를 사용한다. 1 Ci는 ^{226}Ra 1 g에 포함된 원자핵이 붕괴할 때 방출되는 방사능 세기로 정의되는데, 이는 SI 단위가 아니다. 방사능 세기에 대한 SI 단위로는, 1903년 퀴리 부부와 함께 방사능 발견에 관한 공로로 노벨물리학상을 수상하였으며, 퀴리부인의 지도교수였던 베크렐의 업적을 기려 베크렐(Becquerel, Bq)을 사용한다. 1 Bq은 초당 1 개 원자핵이 붕괴할 때 방출되는 방사능 세기로 정의된다. ^{226}Ra 의 방사능 붕괴 속도는 그 반감기(1601년)로부터 $1.4 \times 10^{-11} \text{ sec}^{-1}$ 로 측정되었다. 1 Ci를 Bq 단위로 환산할 때 가장 가까운 값은?

- ① 3.7×10^{-5} ② 3.7 ③ 3.7×10^5 ④ 3.7×10^{10}

문제 3

인체의 70%는 물로 이루어져 있다. 체중 50 kg인 사람 몸속에 있는 물 분자의 수와 가장 가까운 값은?

- ① 10^{25} ② 10^{26} ③ 10^{27} ④ 10^{28}

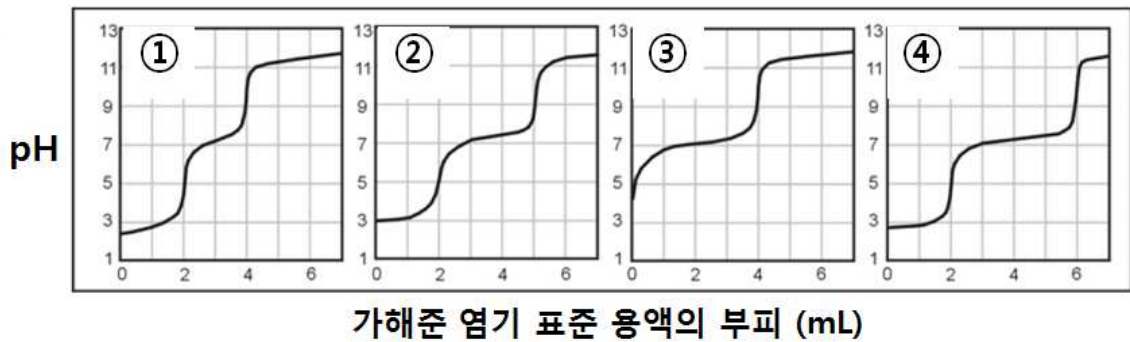
문제 4

흰색 분말인 무수화물 황산구리(CuSO_4)의 물에 대한 용해도는 $18\text{ }^\circ\text{C}$ 에서 20 g 이다. 같은 조건에서 물 100 g 에 녹일 수 있는 수화물 황산구리 결정 [$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$]의 최대량과 가장 가까운 값은?

- ① 30 g ② 35 g ③ 40 g ④ 45 g

문제 5

H_3PO_4 와 NaH_2PO_4 를 몰비 $2 : 1$ 로 포함한 시료를 강한 표준 용액으로 적정할 때 관찰되는 적정 곡선과 가장 가까운 것은? H_3PO_4 의 산해리 상수들은 다음과 같다: $\text{pK}_{a1} = 2.1$, $\text{pK}_{a2} = 7.2$, $\text{pK}_{a3} = 12.0$.



문제 6

다음 현상들 중에서 산화-환원 반응이 아닌 것은?

- ① 소다로 빵을 부풀린다. $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 ② 수소와 불소를 혼합하였더니 불화수소가 만들어졌다. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HF}$
 ③ 사진 필름 정착제를 이용하여 네거티브 필름을 만든다. $\text{AgBr} \xrightarrow{h\nu} \text{Ag} + \text{Br}$
 ④ 내연기관에서 휘발유를 연소한다. $2\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 25\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 16\text{CO}_2(\text{g}) + 18\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

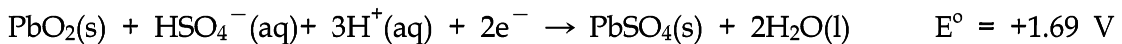
문제 7

용액에서 일어나는 반응 $A + B \rightleftharpoons 2C$ 의 평형 상수는 144이다. 같은 온도에서 A와 B를 각각 0.4 몰씩 넣어 용액 2 L를 만들고 평형에 도달하였을 때 C의 농도와 가장 가까운 값은? 용액에서 위 반응만 일어난다고 가정하라.

- ① 0.1 M ② 0.4 M ③ 0.7 M ④ 1.0 M

문제 8

납축전지와 관련된 반쪽 반응들은 다음과 같다.



납축전지 방전 때 일어나는 변화로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기> —
- 가. 용액의 pH가 낮아진다.
 - 나. 용액의 밀도가 낮아진다.
 - 다. $PbO_2(s)$ 가 $PbSO_4(s)$ 로 변화한다.

- ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 나, 다 ④ 가, 나, 다

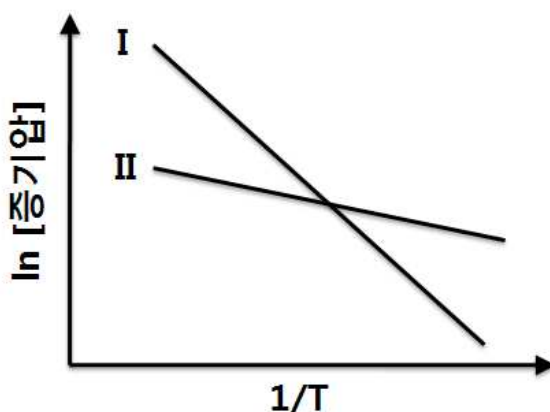
문제 9

이온화 경향을 고려해 보면 구리(Cu)는 진한 산성 용액에서도 반응하지 않아야 한다. 하지만 진한 질산(HNO_3)에 구리를 담그면 기체가 발생하는 것을 관찰할 수 있다. 구리와 질산의 반응에서 산화되는 원자와 환원되는 원자를 옳게 짝지은 것은?

- ① 산화—Cu, 환원—H ② 산화—Cu, 환원—N
③ 산화—O, 환원—H ④ 산화—O, 환원—N

문제 10

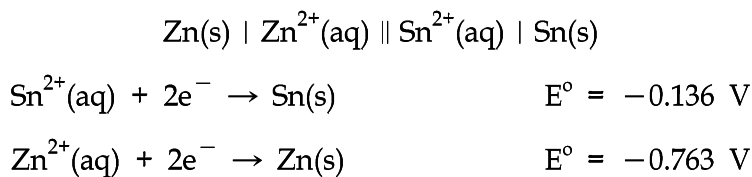
아래 그림은 두 물질 I, II의 증기압의 로그값을 온도의 역수에 대하여 대략 나타낸 것이다. 이를 기초로 두 물질의 증발 엔탈피 ΔH_{vap} 값을 비교할 때 옳은 것은? 증기압이 증가하면 그 로그(ln) 값도 증가한다.



- ① $\Delta H_{\text{vap}}(\text{I}) > \Delta H_{\text{vap}}(\text{II})$
- ② $\Delta H_{\text{vap}}(\text{I}) < \Delta H_{\text{vap}}(\text{II})$
- ③ $\Delta H_{\text{vap}}(\text{I}) = \Delta H_{\text{vap}}(\text{II})$
- ④ 위 자료로는 판단할 수 없다.

문제 11

아래 표준 전기화학전지에서 일어나는 변화로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



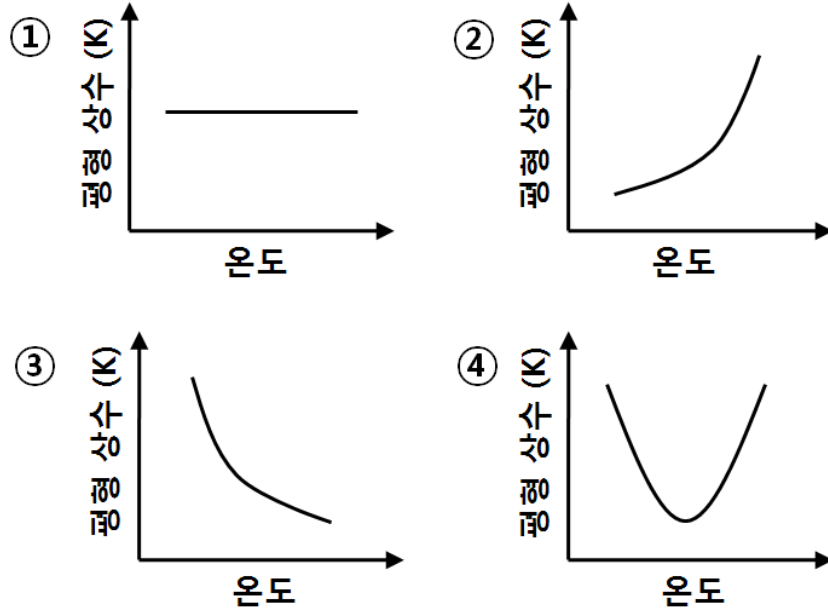
<보 기>

- 가. $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ 농도는 점점 증가한다.
- 나. 전압은 시간의 흐름에 따라 음의 값에서 0이 된다.
- 다. 전자는 외부 전기 회로를 통해 Zn에서 Sn으로 이동한다.

- ① 가, 나
- ② 가, 다
- ③ 나, 다
- ④ 가, 나, 다

문제 12

상온부터 80 °C까지 온도 범위에서 $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 과정의 평형 상수(K)의 개략적인 온도 의존도를 옳게 나타낸 것은?



문제 13

흑연(순수한 탄소) 5.00 몰과 O_2 5.00 몰이 들어있는 부피가 변하지 않는 실린더에서 흑연을 모두 연소시켰는데, 불완전 연소로 인해 CO와 CO_2 혼합 기체가 생성되었다. 연소 후 실린더를 연소 전 온도로 냉각하였더니 실린더의 압력이 20.0% 증가하였다. 최종 기체 혼합물에 가장 많은 기체와 가장 적은 기체는 각각 무엇인가?

	가장 많은 기체	가장 적은 기체
①	O_2	CO
②	CO	CO_2
③	CO_2	O_2
④	CO_2	CO

문제 14

구리는 묽은 산과 반응하지 않지만 뜨거운 진한 황산과 반응하여 황산구리와 이성분 기체인 **A**를 생성한다.

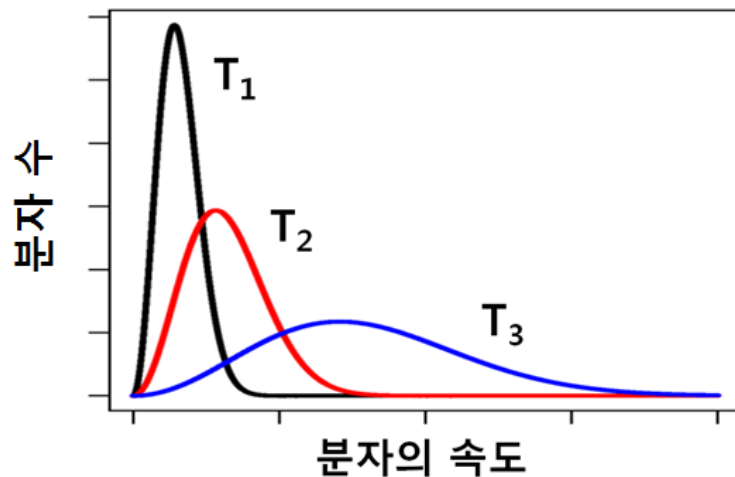


위 반응에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① **A**는 무극성 분자이다.
- ② CuSO_4 는 상자성을 띤다.
- ③ 수용액은 분홍색으로 변한다.
- ④ 황산이 환원제로 작용하였다.

문제 15

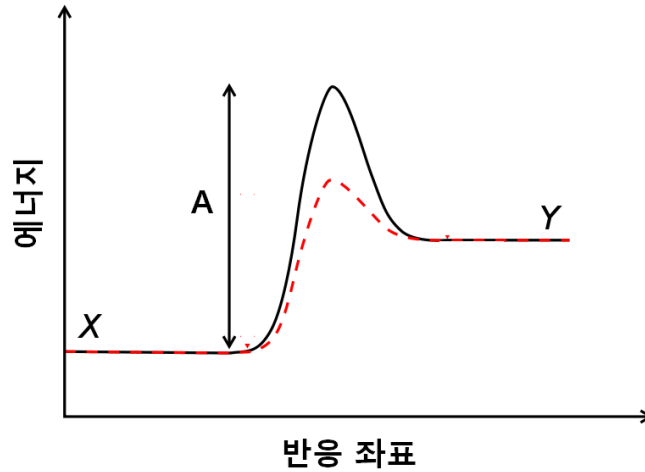
아래 그림은 서로 다른 온도에서 측정한 Ne 기체의 속도 분포를 보여준다. 이에 관한 설명으로 옳은 것은?



- ① 온도는 $T_3 < T_2 < T_1$ 순서이다.
- ② 기체의 평균 운동 에너지는 세 온도에서 모두 같다.
- ③ 기체가 반응을 한다면, T_1 에서의 반응 속도가 T_2 에서보다 빠르다.
- ④ 온도 T_1 에서 존재 확률이 가장 높은 분자의 속도는 He이 Ar보다 크다.

문제 16

다음 그림은 어떤 화학 반응의 퍼텐셜 에너지를 나타낸 것이다. 이에 관한 설명으로 옳지 않은 것은? 그림에서 점선은 촉매를 사용하였을 때 에너지 변화를 나타낸다.



- ① $X \rightarrow Y$ 반응은 흡열 반응이다.
- ② A는 $X \rightarrow Y$ 반응의 활성화 에너지이다.
- ③ 촉매를 사용하면 반응 엔탈피가 작아져 반응이 빨라진다.
- ④ 보통 $Y \rightarrow X$ 반응 속도는 $X \rightarrow Y$ 반응 속도보다 빠르다.

문제 17

아래 화학종들에는 중심 원자 주변에 3 개 원자가 배열되어 있다. 그 결합각의 크기를 순서대로 옳게 나열한 것은?

- 가. NH_3 분자의 H-N-H 결합각
- 나. NO_3^- 이온의 O-N-O 결합각
- 다. COCl_2 분자의 O-C-Cl 결합각
- 라. COCl_2 분자의 Cl-C-Cl 결합각

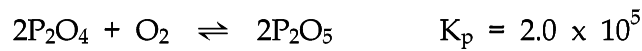
- ① 다 > 나 > 라 > 가
- ② 나 > 가 > 라 > 다
- ③ 가 > 라 > 나 > 다
- ④ 나 > 라 > 다 > 가

문제 18

부피가 변하지 않는 반응용기에 세 가지 기체, P₂O₄, O₂, P₂O₅를 다음과 같은 초기 부분 압력으로 넣어주었다.

	P ₂ O ₄	O ₂	P ₂ O ₅
초기 부분 압력(atm)	0.60	0.50	0.40

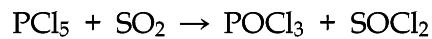
이 기체들이 아래 반응을 통해 평형에 도달하였을 때 각 기체의 부분 압력에 가장 가까운 것은?



	P(P ₂ O ₄)(atm)	P(O ₂)(atm)	P(P ₂ O ₅)(atm)
①	0.002	0.20	0.4
②	0.002	0.05	0.20
③	0.005	0.20	1.0
④	0.010	0.20	2.0

문제 19

오염화인(PCl₅)은 전 세계 연생산량이 약 2 × 10⁷ kg에 달하는 주요 화합물로, 다음 반응의 생성물들을 비롯하여 여러 가지 화합물을 만드는 데 사용된다.



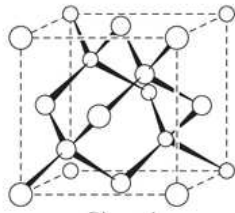
이 반응에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① P의 산화수가 달라지는 반응이다.
- ② SOCl₂는 평면삼각형의 분자 구조를 가진다.
- ③ 반응물과 생성물에는 비극성 화합물이 2 개 있다.
- ④ 중심 원자가 sp³ 혼성궤도함수를 가진 화합물이 2 개 있다.

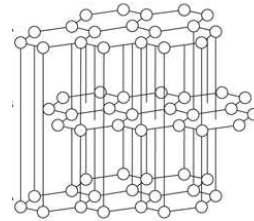
문제 20

다음 탄소 동소체 중에서 가장 전기 저항이 큰 것은?

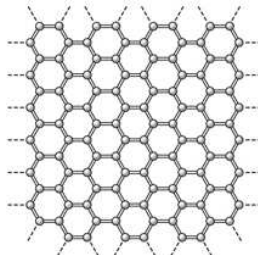
① 다이아몬드



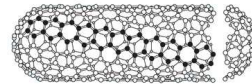
② 흑연



③ 그래핀



④ 탄소나노튜브



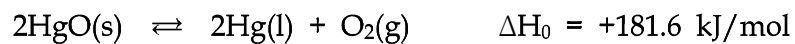
문제 21

광화학 반응을 통해 질소의 삼중 결합(결합 에너지 = 941 kJ/mol)을 끊을 때 필요한 빛의 최대 파장은 어느 영역인가?

- ① 마이크로파 ② 적외선 ③ 자외선 ④ 감마선

문제 22

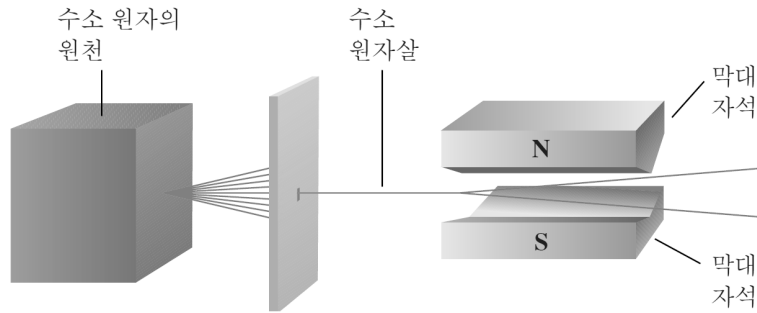
다음 중 평형 상태에 있는 아래 반응을 정반응 방향으로 진행시키는 작용은?



- ① O₂(g) 제거 ② Hg(l) 제거
 ③ 온도를 낮춤 ④ HgO(s) 농도 증가

문제 23

아래 그림에서와 같이 수소 원자의 원천으로부터 나오는 수소 원자살을 자기장 내부로 통과시키면 수소 원자살은 두 갈래로 갈라진다. 이러한 실험 결과로부터 유추할 수 있는 사실은 무엇인가?



- ① 원자는 전자와 원자핵으로 구성되어 있다.
- ② 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다.
- ③ 원자 내부의 전자에는 두 가지 스핀 상태가 있다.
- ④ 각 원소는 전자 전하량의 정수 배에 해당하는 고유한 원자핵 전하량을 갖는다.

문제 24

아래 현상들을 포름알데하이드($\text{H}_2\text{C}=\text{O}$) 분자에서 일으키는 데 필요한 에너지의 크기가 큰 것부터 순서대로 옳게 나열한 것은?

- 가. $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ 의 C-H 결합을 끊는다.
- 나. $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ 분자의 회전을 더욱 빠르게 한다.
- 다. $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ 에서 전자를 떼어내어 분자 양이온을 만든다.

- ① 가 > 나 > 다
- ② 가 > 다 > 나
- ③ 나 > 가 > 다
- ④ 다 > 가 > 나

문제 25

다음 화합물의 루이스 구조식에서 중심 원자가 옥테트(octet) 규칙을 만족하지 않는 것은?

- ① BH_3 ② CO_2 ③ NH_4^+ ④ CH_4

문제 26

다음 분자 중 직선 구조가 아닌 것은?

- ① XeF_2 ② CO_2 ③ HCN ④ NO_2

문제 27

NO 의 생성 엔탈피는 $+90 \text{ kJ/mol}$, N_2 분자와 O_2 분자의 결합 에너지는 각각 941 , 499 kJ/mol 이다. NO 분자의 결합 에너지와 가장 가까운 값은? 아래 단위는 kJ/mol .

- ① 600 ② 700 ③ 800 ④ 900

문제 28

다음 원자 오비탈에 대한 설명 중 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- 가. 리튬 원자의 $2s$, $2p$ 오비탈은 축퇴되어 있다.
나. 헬륨 양이온(He^+)의 $2s$, $2p$ 오비탈은 축퇴되어 있다.
다. Na^+ , Ne , F^- , O^{2-} 중 O^{2-} 의 이온화 에너지가 가장 크다.
라. 리튬 원자의 이온화 에너지는 리튬 양이온(Li^+)의 이온화 에너지보다 작다.

- ① 가, 다 ② 나, 다 ③ 나, 라 ④ 다, 라

문제 29

같은 온도 조건에 있는 비커 A~D의 용액에 존재하는 Ba^{2+} 이온 농도에 대한 설명으로 옳은 것은? $BaSO_4$ 의 용해도곱 상수는 1.0×10^{-10} 이다.

- 비커 A : 증류수 1.0 L에 $BaSO_4(s)$ 0.10 몰을 넣어 포화시켰다.
 비커 B : 0.10 M Na_2SO_4 수용액 1.0 L에 $BaSO_4(s)$ 1 몰을 넣었다.
 비커 C : 0.10 M Na_2SO_4 수용액 1.0 L에 $BaSO_4(s)$ 0.10 몰을 넣었다.
 비커 D : 0.20 M $BaCl_2$ 수용액에 같은 양의 0.20 M Na_2SO_4 수용액을 첨가하였다.

- ① 비커 A에는 비커 B와 C보다 적은 양의 Ba^{2+} 이온이 존재한다.
 ② 비커 A와 비커 D의 용액에 존재하는 Ba^{2+} 이온 농도는 동일하다.
 ③ 비커 C에는 공통이온이 존재하므로 비커 A보다 Ba^{2+} 이온 농도가 높다.
 ④ 비커 C보다 비커 B에 $BaSO_4$ 가 더 많으니 비커 B의 Ba^{2+} 이온 농도가 더 높다.

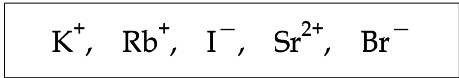
문제 30

자연에는 원자량이 각각 35와 37인 Cl 동위원소가 3 : 1로 존재한다. 이염화탄소 (CH_2Cl_2)의 질량 스펙트럼에서 분자 피크를 $[M]^+(m/e=84)$ 라 할 때, $[M]^+ : [M+2]^+ : [M+4]^+$ 피크들의 상대적인 크기는?

- ① 6 : 3 : 1 ② 6 : 4 : 1 ③ 9 : 3 : 1 ④ 9 : 6 : 1

문제 31

다음 이온들을 반지름 크기 순서로 나열할 때 세 번째 위치하는 이온은?



- ① Rb^+ ② K^+ ③ Sr^{2+} ④ Br^-

문제 32

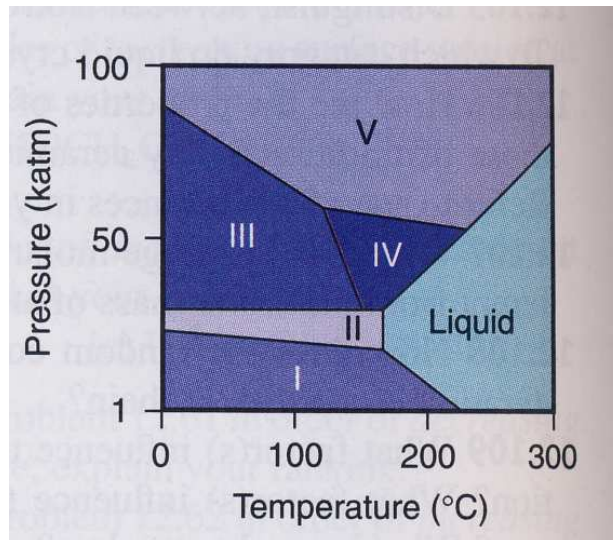
다음 화학 반응의 평형을 생성물이 더 많이 생기는 방향으로 이동시키는 변화는?



- ① 부피나 온도 변화 없이 $\text{NO}_2(\text{g})$ 를 첨가한다.
- ② 평형 혼합물의 부피를 일정하게 하고 가열한다.
- ③ 온도 변화 없이 평형 혼합물의 부피를 감소시킨다.
- ④ 부피 변화 없이 평형 혼합물에 Ar 기체를 첨가한다.

문제 33

아래 상평형도에 나타난 것과 같이 비스무트(Bi)에는 여러 가지 고체 상태 [I~V]가 있어서, 비스무트는 고압 연구에 사용하는 장비들을 보정하는 데 사용된다.



비스무트의 상평형도에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 삼중점이 3개만 존재한다.
- ② 1 katm에서 끓는점은 200 °C 이하이다.
- ③ 0 °C에서 300 °C까지 가열할 때 상이 한 번만 바뀌는 압력 조건은 없다.
- ④ 100 °C, 1~100 katm 범위에서 비스무트의 액체 상태는 존재하지 않는다.

문제 34

다음 중 결합 차수가 가장 낮은 화학종은?

- ① O₂ ② O₂⁺ ③ N₂ ④ N₂⁺

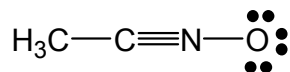
문제 35

서로 다른 수소동위원소를 포함하는 물을 분별 증류를 통해 분리하기도 하고, 눈이 축적되어 만들어진 빙하에 포함된 수소의 동위원소들을 분석하여 지질학적 지구 환경 변화를 연구하기도 한다. 빙하 속 물 분자의 ²H/¹H 비는 눈이 만들어질 때 온도에 따라 달라지며, 빙하에 포함된 공기방울을 분석하면 당시 공기 중에 존재하였던 메탄, 이산화탄소 등 기체 성분에 관하여 알 수 있다. 이런 지질학적 분석 결과로부터 지구의 과거 온도 변화를 알 수 있다. 이와 관련된 내용 중 옳지 않은 것은?

- ① ²H/¹H 비는 바닷물보다 빙하에서 더 작다.
 ② ²H/¹H 비는 대기 중 수증기보다 바닷물에서 더 크다.
 ③ 온도가 높을수록 대기 중 수증기의 ²H/¹H 비가 작아진다.
 ④ 대기 중 이산화탄소의 농도가 높아지면 대기 온도가 높아진다.

문제 36

다음 구조의 화합물에서 질소와 산소의 형식 전하는 각각 얼마인가?



- ① +1, -1 ② 0, -1 ③ 0, 0 ④ +1, 0

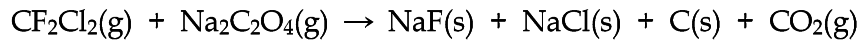
문제 37

다음 분자의 중심 원자의 혼성궤도함수가 옳지 않은 것은 ?

- ① SO₂ : sp² ② XeF₄ : sp³d² ③ HCN : sp ④ SF₆ : sp³d

문제 38

에어컨의 냉각제나 스프레이에 사용되었던 프레온-12(CF₂Cl₂)는 오존층을 파괴하여 자외선 피해를 유발한다. 따라서 프레온-12를 폐기할 때에는 공기 중에 날려버리지 않고 다음과 같은 반응(계수가 맞춰지지 않았음)을 거쳐 분해한다.



이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- 가. 산화제는 CF₂Cl₂이다.
- 나. 탄소는 산화되기도 하고 환원되기도 한다.
- 다. CF₂Cl₂ 1몰이 완전히 반응할 때 Na₂C₂O₄ 4몰이 필요하다.

- ① 가 ② 가, 나 ③ 나, 다 ④ 가, 나, 다

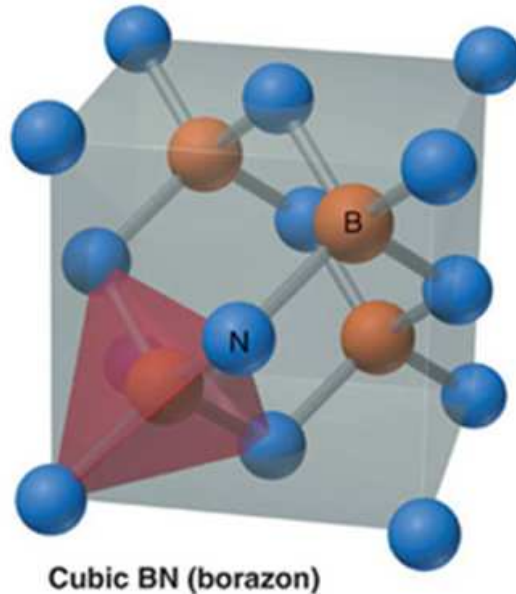
문제 39

농도를 알 수 없는 Ba²⁺ 수용액에 Na₂SO₄ 1 M 수용액 50 mL를 가하였더니 침전이 생기기 시작하였으며, 용액의 총 부피는 500 mL가 되었다. 미지시료에 있던 Ba²⁺의 농도에 가장 가까운 값은? BaSO₄의 용해도곱 상수는 1 × 10⁻¹⁰이다. 아래 단위는 M.

- ① 1 × 10⁻⁵ ② 1 × 10⁻⁷ ③ 1 × 10⁻⁹ ④ 1 × 10⁻¹¹

문제 40

레이더에 잘 포착되지 않는 특성을 가진 BN은 탄소와 유사한 두 가지 구조를 가질 수 있다. 흑연처럼 판상 구조를 갖기도 하고, 고온 고압 조건에서 다음 그림과 같이 다이아몬드와 유사한 단위 세포 구조를 갖는다. 보라존(borazon)이라고 부르는 이 다이아몬드 구조의 BN은 강도가 매우 높아 강철 도구를 연마하는데 널리 사용된다.



위 BN 구조에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- 가. 단위 세포 당 4개 B 원자가 있다.
 - 나. N은 면심입방 구조의 배열을 한다.
 - 다. B의 배위수는 4, N의 배위수는 2이다.

- ① 가 ② 나 ③ 가, 나 ④ 가, 나, 다

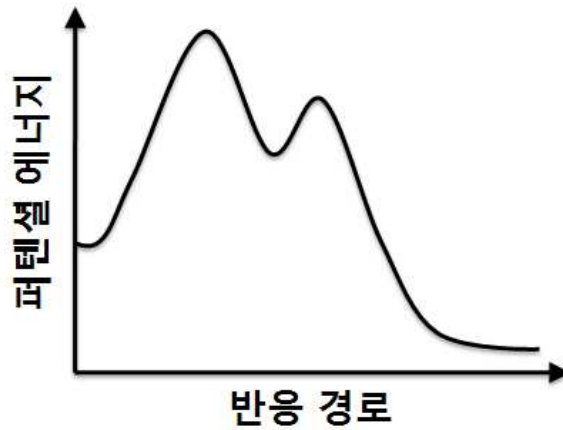
문제 41

어떤 NaCl과 NaBr 혼합물에 Na이 23.0%(질량 백분율) 포함되어 있다. 이 혼합물에 포함된 NaCl의 질량 백분율과 가장 가까운 값은?

- ① 10% ② 20% ③ 30% ④ 40%

문제 42

다음 그림은 어떤 반응의 퍼텐셜 에너지를 나타낸 것이다.



전체 반응에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 흡열 반응이다.
- ② 중간체가 존재하지 않는다.
- ③ 한 개의 전이 상태를 거친다.
- ④ 첫 번째 단계가 속도 결정 단계이다.

문제 43

옥테트(octet) 규칙을 만족하는 서로 다른 원자 X, Y, Z로 이루어진 삼원자 분자에는 단일결합만 존재한다. 이 분자에 존재하는 최외각 전자의 수와 분자의 모양에 대한 설명으로 옳게 짝지어진 것은?

	최외각 전자의 합	분자의 모양
①	20	굽은형
②	20	직선형
③	24	굽은형
④	24	직선형

문제 44

증기기관에서처럼 석탄과 같은 연료를 태워 얻은 열로 물과 같은 매질을 가열 팽창시켜 일을 하는 열기관의 이론적 효율은 다음 식으로 주어진다.

$$\text{이론적 효율} = \frac{\text{작동 최고온도} - \text{작동 최저온도}}{\text{작동 최고온도}}$$

여기서 온도는 절대 온도이다. 화력 발전소에서는 증기터빈을 이용하여 발전기를 돌리고 그로부터 전기를 얻는다. 증기터빈이 회전할 때 발생하는 마찰과 발전기의 효율 등을 고려하면 발전 과정의 전체 효율은 열기관 효율의 절반으로 낮아진다. 화력 발전소 증기터빈의 수증기의 최고 온도는 550 °C이며, 증기터빈을 돌아 나오는 수증기는 상온으로 응축된다. 이 화력 발전소의 전체 효율과 가장 가까운 값은?

- ① 20% ② 35% ③ 50% ④ 65%

문제 45

다음 분자들의 루이스 구조를 그렸을 때 비공유 전자쌍이 가장 많은 분자는?

- ① CCl₄ ② H₂O₂ ③ H₂S ④ NH₃

문제 46

다음 두 이상 기체 시료에 관한 설명 중 옳지 않은 것은?

시료 A: S₂(g), 1 몰, 800 K, 0.20 기압
 시료 B: O₂(g), 2 몰, 400 K, 0.40 기압

- ① 시료 A의 부피는 시료 B의 2배이다.
 ② 시료 A의 분자의 평균 제곱 속도는 시료 B의 2배이다.
 ③ 시료 A의 분자의 평균 운동 에너지는 시료 B의 2배이다.
 ④ 표준 조건에서 O₂(g)는 산소의 가장 안정한 동소체이지만, S₂(g)는 아니다.

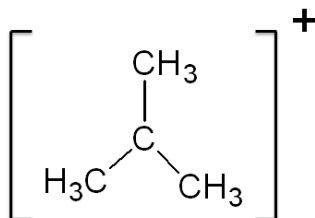
문제 47

원자력 개발 초창기에는 우라늄을 불소에 녹여 UF₆로 만들어, 핵분열을 하는 동위원소인 ²³⁵U와 자체로 핵분열을 하지 않는 ²³⁸U를 분리하였다. 원자력 발전의 연료의 중요 성분인 ²³⁸U는 중성자 한 개를 흡수하면 방사능 동위원소인 ²³⁹Pu로 변환한다. ²³⁹Pu는 공기 중에서 쉽게 산소와 반응하여 산화물, PuO₂로 변화하는데, 이 산화물은 가장 독성이 강한 물질 중 하나로 유명하여 Pu를 악마의 재라고 부른다. 원자력 발전소에서 사용한 핵연료를 재처리하여 얻은 ²³⁹Pu를 핵연료로 사용할 수도 있지만 큰 위험이 따르기 때문에 이에 반대하는 목소리도 높다. ²³⁸U이 중성자 한 개를 흡수하여 ²³⁹Pu로 변환할 때 생기는 부산물은 무엇인가?

- ① 중성자 ② 알파입자 ③ 전자 ④ 감마선

문제 48

다음 루이스 구조의 중심 탄소 원자에 대한 설명 중 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



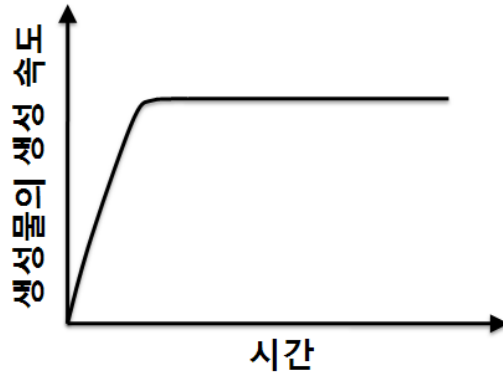
<보 기>

- 가. 형식 전하는 +1이다.
 나. 상온에서 안정한 구조이다.
 다. 중심각은 120°로 평면 구조이다.
 라. 쉽게 산화되려는 성질을 갖는다.

- ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 나, 라 ④ 다, 라

문제 49

생체에서 일어나는 많은 화학 반응들은 효소가 촉매로 작용하여 그 속도가 매우 빨라지는 기질(substrate) 반응이다. 아래와 같이 기질 반응의 생성물 생성 속도가 얼마의 시간이 지난 후에 일정해진 이유를 가장 잘 설명한 것은?



- 가. 기질의 양이 일정하다
 나. 효소의 활성화 자리가 모두 채워져 있다.

- ① 가 ② 나 ③ 가, 나 ④ 모두 아님

문제 50

반응 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ 의 반응 속도는 다음과 같이 부분 압력으로 표시된다.

$$\text{반응 속도} = k [\text{P}(\text{NO})]^2 [\text{P}(\text{O}_2)]$$

반응물들의 초기 부분 압력을 모두 원래 값의 절반으로 하고, 온도를 400 K에서 800 K로 높였더니, 반응 속도에는 변화가 없었다. 이 반응의 활성화 에너지와 가장 가까운 값은? 단, $\ln 8 = 2.079$ 이며, 아래 단위는 kJ/mol.

- ① 10 ② 30 ③ 50 ④ 70

문제 51

물 100 g에 $K_3Fe(CN)_6$ (화학식량 329.25) 0.494 g을 녹여 만든 용액의 어는점이 $-0.112\text{ }^\circ\text{C}$ 이었다. 용액에 존재하는 화학종을 모두 옳게 모은 것은? (물의 어는점 내림상수 $K_f = 1.86\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$)

- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| ① $K_3Fe(CN)_6$ | ② $K^+, Fe(CN)_6^{-3}$ |
| ③ K^+, Fe^{3+}, CN^- | ④ $K^+, Fe^{3+}, CN^-, Fe(CN)_2^+$ |

문제 52

$Zn(OH)_2$ 의 용해도곱 상수 K_{sp} 는 4.5×10^{-17} 이다. 다음 각 용액에 $Zn(OH)_2$ 를 포화시켰을 때 Zn^{2+} 이온의 농도가 가장 높은 수용액의 pH는?

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 3 | ② 5 | ③ 7 | ④ 9 |
|-----|-----|-----|-----|

문제 53

은(Ag) 결정의 원자들은 입방최조밀 구조를 가지며, 단위 세포 한 변의 길이가 408 pm이다. 은 결정의 밀도와 가장 가까운 값은?

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| ① 2.6 g/cm^3 | ② 10.5 g/cm^3 |
| ③ $2.6 \times 10^3\text{ g/cm}^3$ | ④ $10.5 \times 10^3\text{ g/cm}^3$ |

문제 54

$50\text{ }^\circ\text{C}$ 에서 순수한 물의 pH = 6.63 이다. 이 온도에서 물의 해리상수 K_w 와 가장 가까운 값은?

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① 1×10^{-14} | ② 5×10^{-14} | ③ 1×10^{-13} | ④ 5×10^{-13} |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

문제 55-56

아래 자료를 참조로 반응 $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 에 관하여 답하라.

	ΔH_f° (kJ/mol)	S° (J/K · mol)
N_2O_5	11.3	655
NO_2	33.2	240
O_2		204

문제 55

이 반응의 ΔH_o 와 ΔS_o 의 부호는?

	ΔH_o	ΔS_o
①	+	+
②	+	-
③	-	+
④	-	-

문제 56

이 반응이 자발적으로 일어나는 온도 범위는?

- ① 모든 온도
- ② 755 K보다 낮은 온도
- ③ 755 K보다 높은 온도
- ④ 모든 온도 범위에서 비자발적

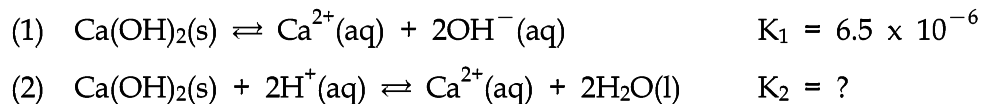
문제 57

부탄(C_4H_{10}) 0.1 몰을 완전히 연소시키기 위해서 최소로 필요한 산소는 몇 몰인가?

- ① 0.10 몰
- ② 0.40 몰
- ③ 0.65 몰
- ④ 1.3 몰

문제 58

반응 (1)과 같은 온도에서의 반응 (2)의 평형 상수와 가장 가까운 값은?



- ① 1×10^{-8} ② 1×10^2 ③ 1×10^{12} ④ 1×10^{22}

문제 59

아래 표의 4개 원소 중에서 준금속(metalloid)인 것은?

원소	외관	전도도	HCl과 반응 결과
①	약간의 광택이 남	높음	천천히 거품이 발생
②	광택이 남	낮음	반응하지 않음
③	광택이 나지 않음	절연체	반응하지 않음
④	광택이 남	높음	격렬하게 거품이 발생

문제 60

부피가 일정한 용기에 기체 시료를 담고 봉합한 후 온도를 25 °C에서 100 °C로 높였다. 화학 반응이 일어나지 않는다고 가정할 때 온도가 높아진 후 변화하는 기체의 성질로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

가. 기체의 밀도
 나. 기체 분자의 평균 운동 에너지
 다. 기체 분자가 충돌 사이에 이동한 평균 거리(평균 자유 행로, mean free path)

- ① 가 ② 나 ③ 가, 나 ④ 나, 다

수고 많이 했습니다!!!