2016학년도 의·치의학교육입문검사

제 2 교시 자연과학 Ⅱ

치의학계열 성 명 : _____ 수험 번호 : □□ – □□□□□ 1

○ 검사가 시작되기 전에 문제지를 넘기지 마십시오. 문항을 미리 볼 경우 부정행위에 해당될 수 있습니다.

○ 이 문제지는 **45문항**으로 구성되어 있습니다. 검사가 시작되면 문항 수를 확인하십시오.

○ 배점이 **1.5점**과 **2.5점**인 문항에는 배점이 표시되어 있습니다. 나머지 문항은 **2점**입니다.

○ 문제지에 성명과 수험 번호를 정확히 표기하십시오.

○ 답안지에 수험 번호와 답을 표기할 때에는 답안지 우측에 있는 '답안지 작성 시 반드시 지켜야 하는 사항'에 따라 표기하십시오.

○ 시험 시간은 **11 : 10～13 : 00 (110분)** 입니다.

○ 이 문제지는 검사 종료 후 답안지와 함께 제출하여야 합니다.

※ 다음은 물리 상수와 원소의 주기율표입니다. 문제 풀이 과정에서 필요할 경우 이를 이용하십시오.

〈물리 상수〉

진공 중의 빛의 속력	c	$3.00 \times 10^{8}\,\mathrm{m/s}$	플랑크 상수	h	$6.63 \times 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s}$
중력 상수	G	$6.67 \times 10^{-11}\,\mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$			$4.14 \times 10^{-15}\,\mathrm{eV \cdot s}$
아보가드로 수	N_A	$6.02 \times 10^{23}\,\mathrm{/mol}$	볼츠만 상수	k	$1.38 \times 10^{-23}\,\mathrm{J/K}$
기체 상수	R	$8.31\,\mathrm{J/mol \cdot K}$			$8.62 \times 10^{-5}\ \mathrm{eV/K}$
		$8.21 \times 10^{-2}\,\mathrm{atm \cdot L/mol \cdot K}$	기본 전하량	e	$1.60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$
진공의 유전율	ϵ_0	$8.85 \times 10^{-12}\,\mathrm{C^2/N \cdot m^2}$	전자의 질량	m_e	$9.11 \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$
진공의 투자율	μ_0	$1.26 \times 10^{-6}\,\mathrm{T \cdot m/A}$	양성자의 질량	m_p	$1.67 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg}$
패러데이 상수	F	$9.65 \times 10^{4}\,\mathrm{C/mol}$	중성자의 질량	m_n	$1.68 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg}$

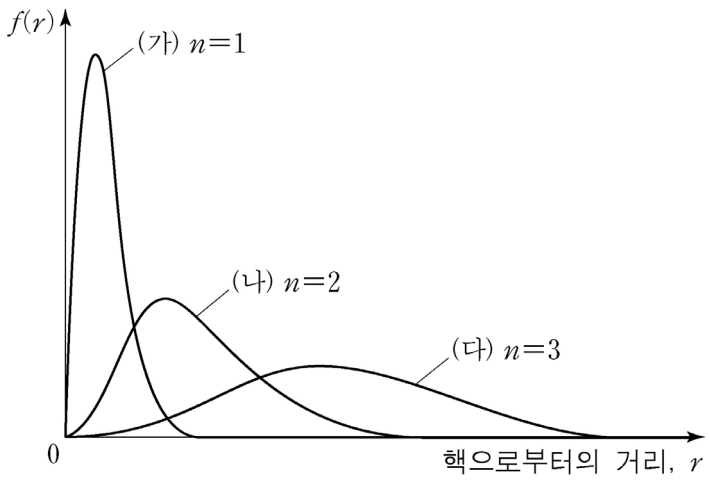
〈원소의 주기율표〉

주기 \ 족	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	주기 \ 족
1	$_{1}$H 1.0																	$_{2}$He 4.0	1
2	$_{3}$Li 6.9	$_{4}$Be 9.0											$_{5}$B 10.8	$_{6}$C 12.0	$_{7}$N 14.0	$_{8}$O 16.0	$_{9}$F 19.0	$_{10}$Ne 20.2	2
3	$_{11}$Na 23.0	$_{12}$Mg 24.3											$_{13}$Al 27.0	$_{14}$Si 28.1	$_{15}$P 31.0	$_{16}$S 32.1	$_{17}$Cl 35.5	$_{18}$Ar 39.9	3
4	$_{19}$K 39.1	$_{20}$Ca 40.1	$_{21}$Sc 45.0	$_{22}$Ti 47.9	$_{23}$V 50.9	$_{24}$Cr 52.0	$_{25}$Mn 54.9	$_{26}$Fe 55.8	$_{27}$Co 58.9	$_{28}$Ni 58.7	$_{29}$Cu 63.5	$_{30}$Zn 65.4	$_{31}$Ga 69.7	$_{32}$Ge 72.6	$_{33}$As 74.9	$_{34}$Se 79.0	$_{35}$Br 79.9	$_{36}$Kr 83.8	4
5	$_{37}$Rb 85.5	$_{38}$Sr 87.6	$_{39}$Y 88.9	$_{40}$Zr 91.2	$_{41}$Nb 92.9	$_{42}$Mo 95.9	$_{43}$Tc [98]	$_{44}$Ru 101.1	$_{45}$Rh 102.9	$_{46}$Pd 106.4	$_{47}$Ag 107.9	$_{48}$Cd 112.4	$_{49}$In 114.8	$_{50}$Sn 118.7	$_{51}$Sb 121.8	$_{52}$Te 127.6	$_{53}$I 126.9	$_{54}$Xe 131.3	5
6	$_{55}$Cs 132.9	$_{56}$Ba 137.3	$_{71}$Lu 175.0	$_{72}$Hf 178.5	$_{73}$Ta 180.9	$_{74}$W 183.9	$_{75}$Re 186.2	$_{76}$Os 190.2	$_{77}$Ir 192.2	$_{78}$Pt 195.1	$_{79}$Au 197.0	$_{80}$Hg 200.6	$_{81}$Tl 204.4	$_{82}$Pb 207.2	$_{83}$Bi 209.0	$_{84}$Po [209]	$_{85}$At [210]	$_{86}$Rn [222]	6
7	$_{87}$Fr [223]	$_{88}$Ra [226]	$_{103}$Lr [260]																7

란탄 계열	$_{57}$La 138.9	$_{58}$Ce 140.1	$_{59}$Pr 140.9	$_{60}$Nd 144.2	$_{61}$Pm [145]	$_{62}$Sm 150.4	$_{63}$Eu 152.0	$_{64}$Gd 157.3	$_{65}$Tb 158.9	$_{66}$Dy 162.5	$_{67}$Ho 164.9	$_{68}$Er 167.3	$_{69}$Tm 168.9	$_{70}$Yb 173.0
악티늄 계열	$_{89}$Ac [227]	$_{90}$Th 232.0	$_{91}$Pa [231]	$_{92}$U 238.0	$_{93}$Np [237]	$_{94}$Pu [244]	$_{95}$Am [243]	$_{96}$Cm [247]	$_{97}$Bk [247]	$_{98}$Cf [251]	$_{99}$Es [252]	$_{100}$Fm [257]	$_{101}$Md [258]	$_{102}$No [259]

2 치의학계열 자연과학 Ⅱ

1. 그림은 주양자수(n)가 각각 1, 2, 3인 수소 원자 오비탈 (가)~(다)의 방사 방향 확률 분포 함수 $f(r)$를 나타낸 것이다.



오비탈 (가)~(다)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① (가)의 자기 양자수(m_l)는 0이다.
② (나)는 구형이다.
③ (다)의 각운동량 양자수(l)는 2이다.
④ (다)는 2개의 마디를 갖는다.
⑤ (가)와 (나)의 에너지 간격은 (나)와 (다)의 에너지 간격보다 크다.

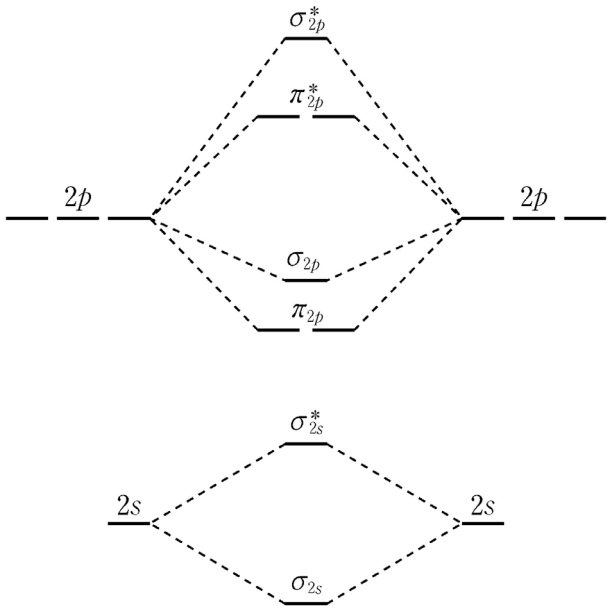
2. 다음은 원자 H, C, N, O가 분자식에 나열된 순서대로 결합된 세 가지 분자이다. 이 분자들은 고리형이 아니다.

HOCN　　HNCO　　HCNO

가장 타당한 루이스 구조를 근거로, 원자가 껍질 전자쌍 반발 이론과 원자가 결합 이론을 적용하여 세 분자를 설명한 것으로 옳은 것은? [2.5점]

① HOCN은 직선형이다.
② HNCO에서 C는 sp^2 혼성 오비탈을 갖는다.
③ HCNO에서 O는 3개의 비공유 전자쌍을 갖는다.
④ C와 N 사이의 결합은 모두 삼중 결합이다.
⑤ N의 형식 전하는 모두 같다.

3. 그림은 탄소(C)의 원자 오비탈로부터 만들어진 C_2의 분자 오비탈 에너지 준위의 일부를 나타낸 것이다.



C C_2 C

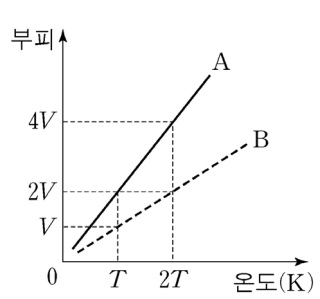
이 그림을 이용하여 바닥 상태의 C, C_2, C_2^{2-}에 대해 설명한 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

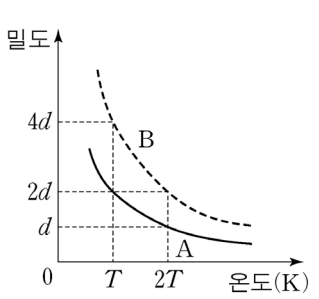
<보 기>

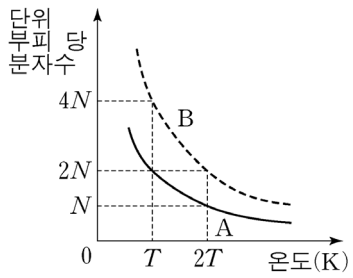
ㄱ. C_2는 상자성이다.
ㄴ. 1차 이온화 에너지는 C_2가 C보다 작다.
ㄷ. 결합 세기는 C_2가 C_2^{2-}보다 작다.

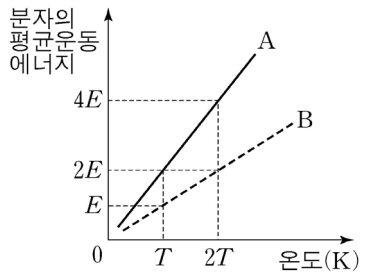
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

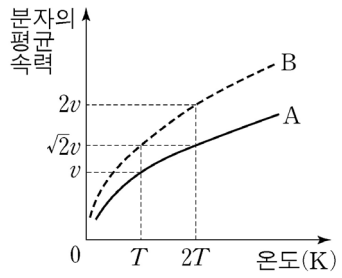
4. 이상 기체 A의 몰질량은 이상 기체 B의 2배이다. 일정 압력에서 동일 질량의 기체 A와 기체 B의 온도에 따른 성질을 옳게 나타낸 것은? (단, A와 B는 단원자 분자 기체이다.)

①


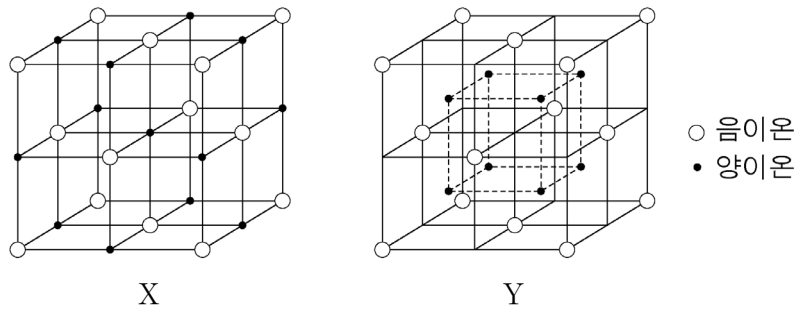
②


③


④


⑤


5. 그림은 두 가지 이온성 고체 X와 Y의 단위 세포를 나타낸 것이다. X는 음이온(○)이 면심 입방으로 배열되어 있고 틈새에 형성된 모든 팔면체 구멍에 양이온(•)이 채워진 구조이다. Y는 음이온이 면심 입방으로 배열되어 있고 틈새에 형성된 모든 사면체 구멍에 양이온이 채워진 구조이다.



X Y

표는 X와 Y의 구조적 특성을 나타낸 것이다.

	X	Y
단위 세포 당 양이온의 수	(가)	8
양이온의 전하	+2	(나)
음이온의 전하	−2	−2
음이온의 배위수	6	(다)
음이온의 배위 구조	팔면체	입방체

(가)~(다)를 옳게 짝을 지은 것은? [1.5점]

	(가)	(나)	(다)
①	4	+1	4
②	4	+1	8
③	4	+2	8
④	8	+2	4
⑤	8	+2	8

6. 표는 벤젠과 사염화 탄소 각각의 성질과, 이 두 용매에 용질 A를 각각 녹인 용액 1과 용액 2의 조성과 어는점 내림을 나타낸 것이다.

	밀도(g/cm^3)	어는점 내림 상수(℃·kg/mol)
벤젠	0.80	5.1
사염화 탄소	1.6	(가)

	용액의 조성	어는점 내림(℃)
용액 1	벤젠 0.10L + A 10.0g	5.1
용액 2	사염화 탄소 0.10L + A 10.0g	15

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도에 따른 밀도의 변화는 없고 A는 용액에서 해리하거나 서로 결합하지 않으며 용액은 이상 용액이다.)

<보 기>

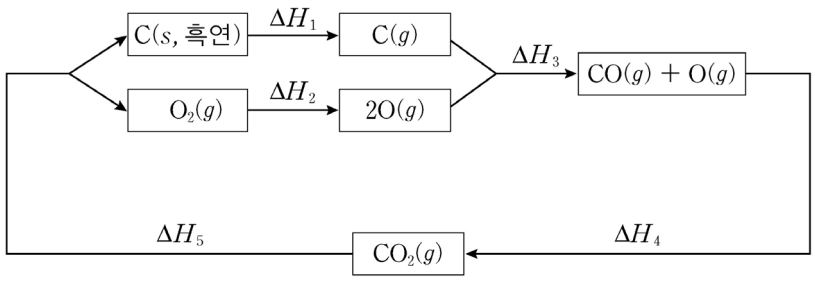
ㄱ. 용액 1의 몰랄 농도는 1.0m이다.

ㄴ. A의 분자량은 $\frac{10}{0.1}$이다.

ㄷ. (가)는 30이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

7. 그림은 25℃에서 $CO_2(g)$와 관련된 반응 경로와 각 단계의 표준 반응 엔탈피(ΔH^o)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

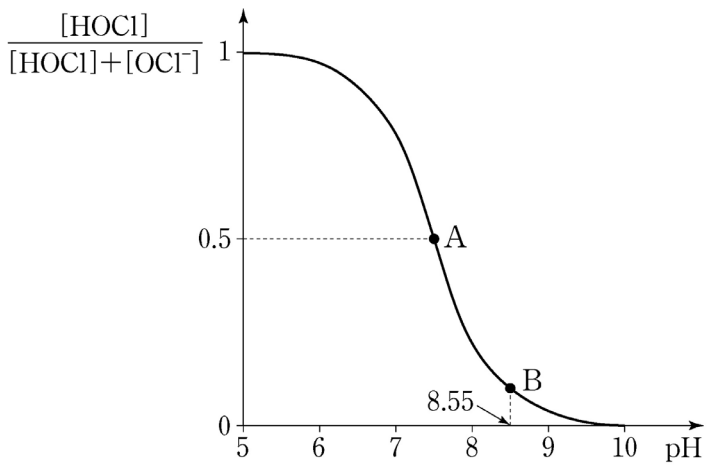
ㄱ. $CO_2(g)$의 표준 생성 엔탈피는 $-\Delta H_5$이다.

ㄴ. $CO_2(g)$의 총 결합 에너지는 $\Delta H_3 + \Delta H_4$이다.

ㄷ. $CO(g)$의 표준 연소 엔탈피는 $-(\Delta H_4 + \frac{1}{2}\Delta H_2)$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8. 그림은 HOCl($pK_a = 7.55$)과 NaOCl의 혼합 수용액에서 pH에 따른 $[HOCl]$의 분율($\frac{[HOCl]}{[HOCl]+[OCl^-]}$)을 나타낸 것이다. 모든 혼합 용액에서 $[HOCl]+[OCl^-] = 0.10M$이다.



25℃에서 이에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① OCl^-의 pK_b는 6.45이다.

② A에 해당하는 용액이 가장 큰 완충 용량을 가진다.

③ B에 해당하는 용액에서 $\frac{[OCl^-]}{[HOCl]}$는 10이다.

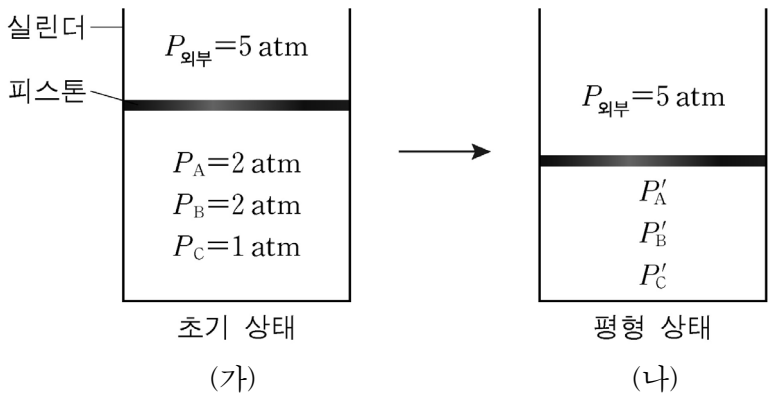
④ A에 해당하는 용액 1.0L에 1.0M HCl 1.0mL를 첨가하면 pH는 $7.55 + \log\frac{49}{51}$가 된다.

⑤ B에 해당하는 용액을 10배 희석하면 pH가 1만큼 증가한다.

9. 다음은 기체 A, B, C의 열화학 반응식이다.

$$2A(g) + B(g) \rightleftarrows 2C(g) \qquad \Delta H^{\circ} > 0$$

그림은 반응의 초기 상태 (가)와 반응 후 부피가 감소한 평형 상태 (나)를 나타낸 것이다. 전체 과정에서 외부 압력과 온도는 일정하게 유지된다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 무게는 무시하고 실린더와의 마찰은 없다.) [2.5점]

<보 기>

ㄱ. 반응의 평형 상수(K_p)는 $\frac{1}{8}$보다 작다.

ㄴ. (가) → (나)의 과정에서 내부 에너지 변화량($|\Delta E|$)은 엔탈피 변화량($|\Delta H|$)보다 크다.

ㄷ. (나)의 상태에서 불활성 기체를 실린더에 넣으면 알짜 반응은 생성물에서 반응물 쪽으로 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10. 표는 반응 $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$에 대하여 300 K와 400 K에서 A와 B의 초기 농도를 변화시켜 측정한 초기 반응 속도를 나타낸 것이다.

온도(K)	$[A]_{초기}$(M)	$[B]_{초기}$(M)	초기 반응 속도($M \cdot s^{-1}$)
300	0.10	0.10	2.0×10^{-3}
	0.20	0.10	8.0×10^{-3}
	0.10	0.20	4.0×10^{-3}
400	0.10	0.20	4.0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 기체 상수 $R = 8.31\,J/mol \cdot K$이다.) [2.5점]

<보 기>

ㄱ. A에 대한 반응 차수는 2이다.

ㄴ. 300 K에서 반응 속도 상수(k)는 $2.0\,M^{-2}s^{-1}$이다.

ㄷ. 반응의 활성화 에너지는 $(1.2 \times 8.31 \times \ln 1000)\,kJ/mol$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 다음은 어떤 반응의 제안된 메커니즘이며 사전평형(pre-equilibrium) 근사법을 적용한 전체 반응 속도 상수는 k이다.

단계 1 $\quad A + B \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} C \quad$ (빠름)

단계 2 $\quad C + D \xrightarrow{k_2} E \quad$ (느림)

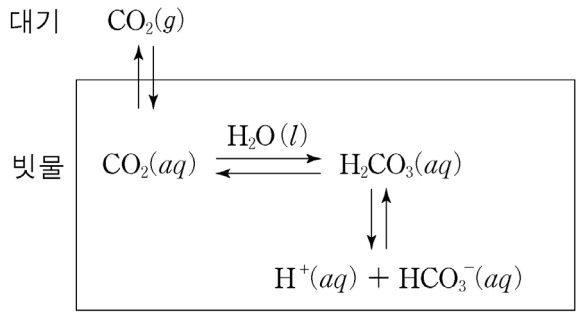
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

ㄱ. C는 촉매이다.
ㄴ. 단계 2의 반응 속도는 $k_2[C][D]$이다.
ㄷ. 전체 반응 속도는 $k[A][B][C][D]$이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

12. 그림은 대기 중의 이산화 탄소(CO_2)가 빗물에 녹아 pH에 영향을 주는 과정을 나타낸 것이다. 표는 이와 관련된 과정의 평형 반응식과 평형 상수를 나타낸 것이다. 용해된 CO_2의 농도는 헨리의 법칙을 따르며 빗물에 대한 CO_2의 헨리 상수(K_H)는 3.0×10^{-2} M/atm이다. 대기 중 CO_2의 분압은 5.0×10^{-4} atm이다.



평형 반응식	평형 상수
$CO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_2CO_3(aq)$	2.0×10^{-3}
$H_2CO_3(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$	3.0×10^{-4}
$CO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$	(가)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물의 자체 이온화에 의해서 생성된 $H^+(aq)$의 양은 무시한다.) [2.5점]

<보 기>

ㄱ. 빗물 중 $[CO_2(aq)]$는 1.5×10^{-5} M이다.
ㄴ. (가)는 6.0×10^{-7}이다.
ㄷ. 빗물의 pH는 $6.0-\log 3$이다.

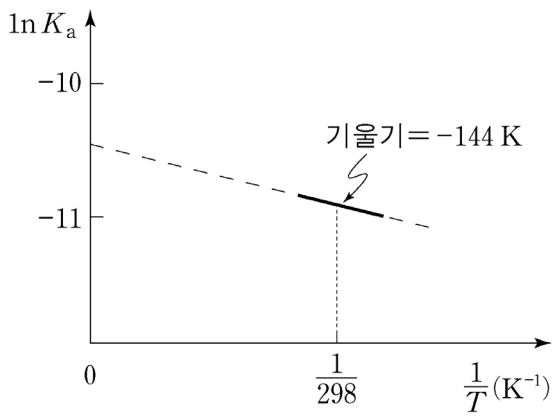
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 다음은 25℃에서 산 HA의 해리와 물의 자체 이온화 반응에 대한 열화학 반응식이다.

$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + A^-(aq) \qquad \Delta H_1^\circ$$

$$2H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \qquad \Delta H_2^\circ = 57.1\,kJ$$

그림은 HA의 온도에 따른 산 해리 상수(K_a)를 나타낸 것이다.



25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 기체 상수 $R = 8.31\,J/mol \cdot K$이다.)

<보 기>

ㄱ. ΔH_1°는 0보다 크다.

ㄴ. HA의 산 해리 반응의 표준 반응 엔트로피(ΔS°)는 0보다 크다.

ㄷ. 강염기에 의한 HA의 중화 엔탈피는 $(144 \times 8.31 \times 10^{-3} + 57.1)\,kJ/mol$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 표는 아인산(H_3PO_3)과 인산(H_3PO_4)의 구조식과 25℃ 수용액에서의 산 해리 상수(K_a)를 나타낸 것이다.

산	구조식	pK_{a1}	pK_{a2}	pK_{a3}
H_3PO_3		1.8	6.2	
H_3PO_4		2.2	7.2	12.6

25℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

ㄱ. H_3PO_3은 삼양성자 산이다.

ㄴ. 1.0 M Na_2HPO_3 수용액의 pH는 7보다 낮다.

ㄷ. 1.0 M NaH_2PO_4 수용액의 pH는 4.7이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

15. 표는 착이온 (가)~(다)의 화학식, 입체 구조, 자성, 착이온의 가시 영역의 최대 흡수 파장($\lambda_{최대}$)을 나타낸 것이다. en은 에틸렌디아민($H_2NCH_2CH_2NH_2$)이다.

착이온	화학식	입체 구조	자성	$\lambda_{최대}$(nm)
(가)	$[CoCl_4]^{2-}$	사면체	a	c
(나)	*시스*-$[Co(en)_2Cl_2]^+$	팔면체	b	600
(다)	*시스*-$[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$	팔면체	반자성	630

이에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① a는 상자성이다.
② b는 반자성이다.
③ c는 600보다 작다.
④ (나)는 광학 이성질체가 존재한다.
⑤ en은 NH_3보다 강한장 리간드이다.

16. 다음은 과황산 이온($S_2O_8^{2-}$)이 포름산(HCOOH)을 분해하는 반응에 대한 균형 반응식이다.

반응 (1) $\quad S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^-$

반응 (2) $\quad aSO_4^- + bHCOOH \rightarrow cSO_4^{2-} + dCO_2 + eH^+$

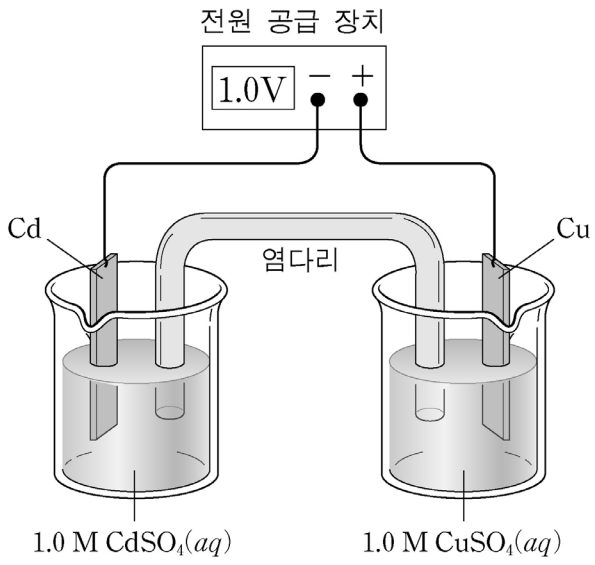
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 반응 (1)에서 S는 환원된다.
ㄴ. 반응 (2)에서 C의 산화수는 +2에서 +4로 변한다.
ㄷ. 반응 (2)에서 $a:b=2:1$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17. 그림은 카드뮴(Cd)과 구리(Cu) 전극을 사용한 전해 전지를 나타낸 것이다. 전원 공급 장치의 (−) 단자는 Cd 전극에, (+) 단자는 Cu 전극에 연결하여 1.0 V의 전압을 일정하게 유지한다.



이 전지와 관련된 반쪽 반응식과 25 ℃에서의 표준 환원 전위(E°)는 다음과 같다.

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftarrows Cu(s)$ $\quad E^\circ = +0.337\,V$

$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftarrows Cd(s)$ $\quad E^\circ = -0.403\,V$

25 ℃에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, Cd의 원자량은 112이고 $1\,F = 96500\,C/mol$이며 구리와 카드뮴의 산화 환원 반응 이외의 다른 반응은 일어나지 않는다.)

<보 기>

ㄱ. Cu 전극에서 환원 반응이 일어난다.
ㄴ. 흐른 전하량이 $0.0200 \times 96500\,C$이면 Cd 전극의 질량 변화량은 1.12 g이다.
ㄷ. 염다리에서 음이온의 알짜 이동은 Cd 반쪽 전지 방향으로 일어난다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 다음은 인공 뼈와 치아 소재로 이용되는 인회석(apatite)에 대한 내용이다.

> 인회석은 화학식이 $Ca_5(PO_4)_3X$인 인산염 광물이다. 대표적인 인회석으로는 수산화 인회석(X = OH)과 플루오르화 인회석(X = F)이 있다. 인회석의 물에서의 용해 평형 반응식과 25 ℃에서의 용해도곱 상수(K_{sp})는 다음과 같다.
>
> $Ca_5(PO_4)_3OH(s) \rightleftarrows 5\,Ca^{2+}(aq) + 3\,PO_4^{3-}(aq) + OH^-(aq)$
> $K_{sp} = 2.3 \times 10^{-59}$
> $Ca_5(PO_4)_3F(s) \rightleftarrows 5\,Ca^{2+}(aq) + 3\,PO_4^{3-}(aq) + F^-(aq)$
> $K_{sp} = 3.2 \times 10^{-60}$
>
> 치아의 바깥층은 치밀한 구조의 수산화 인회석으로 이루어져 있어 치아를 보호한다. 수산화 인회석은 불용성 화합물이지만 산성 용액에서는 용해도가 증가하여 치아가 손상된다. 이것을 예방하는 한 방법은 수산화 인회석의 OH^- 이온을 F^- 이온으로 치환시켜 플루오르화 인회석으로 변환시키는 것이다.

25 ℃에서 이에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은? [2.5점]

① 물에 대한 용해도는 플루오르화 인회석이 수산화 인회석보다 작다.
② 플루오르화 인회석의 용해도는 산성 용액에서가 중성 용액에서보다 크다.
③ F^-가 OH^-보다 약한 염기이기 때문에 산성 용액에서 용해도가 플루오르화 인회석이 수산화 인회석보다 작다.
④ $Ca_5(PO_4)_3OH(s) + F^-(aq) \rightleftarrows Ca_5(PO_4)_3F(s) + OH^-(aq)$ 반응의 평형 상수는 $\frac{3.2}{23}$이다.
⑤ 수산화 인회석의 용해도곱 상수 식은 $K_{sp} = [Ca^{2+}]^5[PO_4^{3-}]^3[OH^-]$이다.

19. 다음은 기체 발생 반응을 이용하여 기체 상수 R를 결정하는 실험이다.

<실험 과정>

(가) 50 mL 눈금 실린더에 6 M 염산 10 mL를 넣는다.

(나) 약 25 mg의 마그네슘(원자량 = 24.3) 리본을 취해 (a) 표면을 사포로 닦는다.

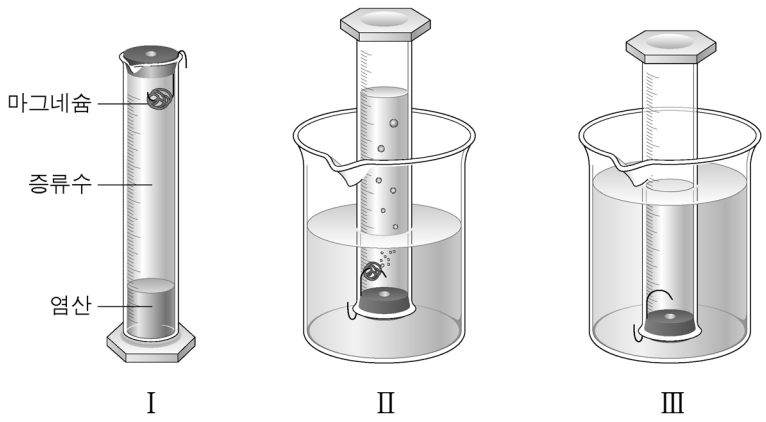
(다) 과정 (나)의 마그네슘 리본의 질량을 측정한 후 구리선에 매달아 과정 (가)의 눈금 실린더 입구에 걸어 둔다.

(라) 과정 (다)의 눈금 실린더 입구를 구멍 뚫린 고무마개로 막고 증류수를 가득 채운다. (그림 Ⅰ)

(마) 증류수가 채워진 1L 비커에 과정 (라)의 눈금 실린더를 거꾸로 세워 넣고 (그림 Ⅱ), 마그네슘이 모두 반응한 후 (b) 용액이 식을 때까지 기다린다.

(바) 과정 (마)의 (c) 눈금 실린더 안과 밖의 수면 높이가 서로 같아지도록 눈금 실린더의 높이를 조정한 후 눈금 실린더 내부의 기체 부피를 측정한다. (그림 Ⅲ)

(사) 실험실의 온도와 대기압을 측정한다.



<실험 결과>

- 과정 (다)에서 마그네슘의 질량은 24.3 mg이다.
- 과정 (바)에서 기체 부피는 25.2 mL이다.
- 과정 (사)에서 온도는 295 K이고 대기압은 758 mmHg이다.

이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 295 K에서 묽은 염산 수용액의 증기압은 20 mmHg이고 물에 대한 기체의 용해는 무시한다.)

① 마그네슘 1몰 당 수소(H_2) 기체 1몰이 발생한다.

② (a)는 산화 마그네슘을 제거하기 위한 것이다.

③ (b)는 용액과 기체의 온도가 실험실의 온도와 같게 하기 위해서이다.

④ (c)는 눈금 실린더 내부 기체의 압력을 대기압과 같아지게 하기 위해서이다.

⑤ 실험 결과로부터 계산된 R 값은 $\frac{758 \times 0.0252}{0.00100 \times 295}\,\mathrm{L \cdot mmHg \cdot mol^{-1}K^{-1}}$이다.

20. 염기도 비교가 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

ㄱ. $NaNH_2$ > NaOMe

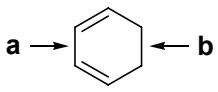
ㄴ. KOAc > KO*t*-Bu

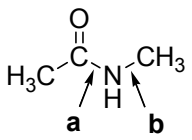
ㄷ. *n*-BuLi > $(i\text{-Pr})_2NLi$

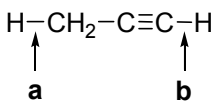
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

21. 다음 화합물에서 화살표로 표시한 결합 길이가 **a** > **b**인 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

ㄱ. 

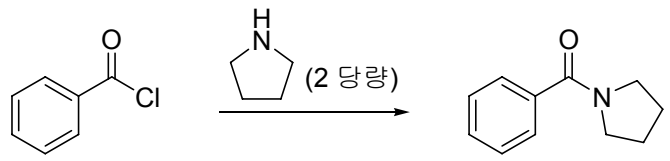
ㄴ. 

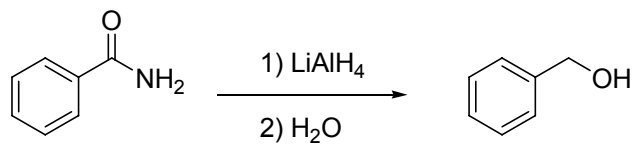
ㄷ. 

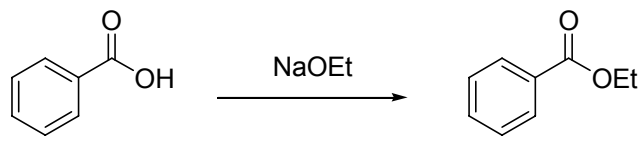
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

22. 주생성물의 구조가 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 반응에서는 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.)

<보 기>

ㄱ. 

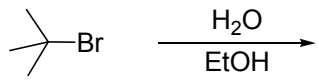
ㄴ. 

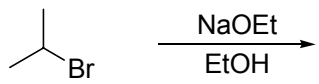
ㄷ. 

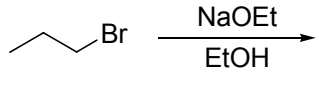
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

23. 치환 반응이 제거 반응보다 우세하게 일어나는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 반응에서는 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.)

<보 기>

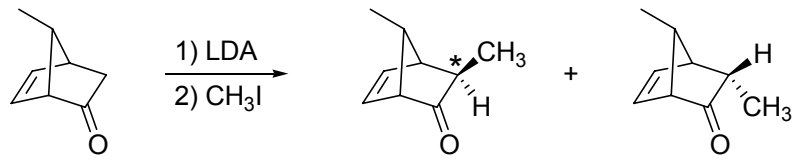
ㄱ. 

ㄴ. 

ㄷ. 

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

24. 다음 반응에서 화합물 **A**, **B**, **C**에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



A **B** **C**

(LDA = lithium diisopropylamide)

<보 기>

ㄱ. **A**에서 카이랄 중심(chirality center)은 모두 3개이다.
ㄴ. **B**에서 *로 표시된 탄소의 절대 배열은 (*S*)이다.
ㄷ. **C**는 **B**의 거울상 이성질체(enantiomer)이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

25. 주어진 두 화합물의 $NaBH_4$에 의한 환원 반응 속도 비교가 옳게 표시된 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 반응은 동일한 조건에서 수행되었다.) [1.5점]

<보 기>

ㄱ.

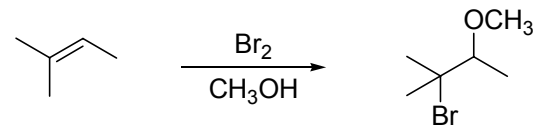
ㄴ.

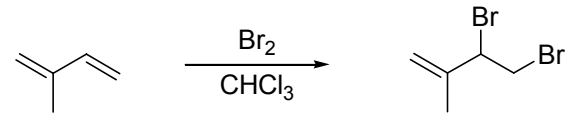
ㄷ.

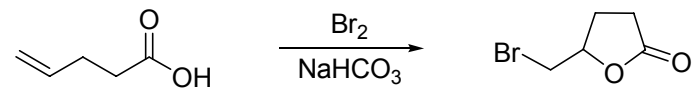
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

26. 주생성물의 구조가 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 반응에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)

<보 기>

ㄱ. 

ㄴ. 

ㄷ. 

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

27. *cis*-2-Butene의 반응 **A**와 **B**에서 주생성물에 대한 설명 중 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 반응에서는 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.)

반응 **A** : 1) OsO_4 2) $NaHSO_3$, H_2O

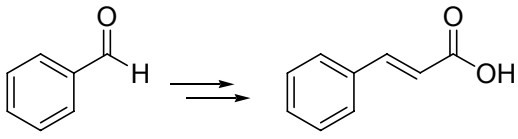
반응 **B** : 1) *m*CPBA 2) H_3O^+
(*m*CPBA = *m*-chloroperoxybenzoic acid)

<보 기>

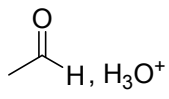
ㄱ. 반응 **A**의 주생성물은 라세미 혼합물(racemic mixture)이다.
ㄴ. 반응 **B**의 주생성물인 두 이성질체의 끓는점은 같다.
ㄷ. 반응 **A**의 주생성물과 반응 **B**의 주생성물은 서로 부분입체 이성질체(diastereomer) 관계이다.

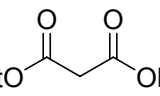
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

28. 다음 변환에 적절한 반응만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 반응에서는 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.) [2.5점]



<보 기>

ㄱ. 

ㄴ. 1)  2) H_3O^+, 가열

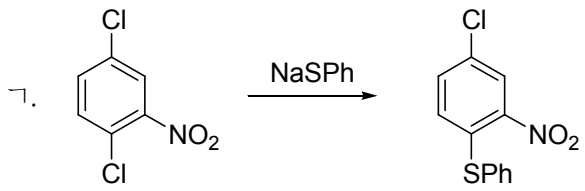
ㄷ. 1) , NaOEt 2) I_2(과량), ^-OH(과량) 3) H_3O^+

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

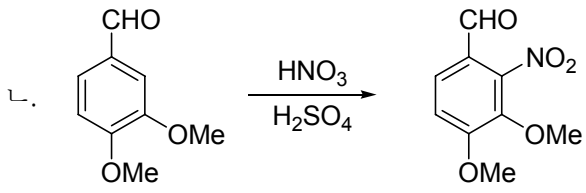
29. 주생성물의 구조가 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 반응에서는 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.) [2.5점]

<보 기>

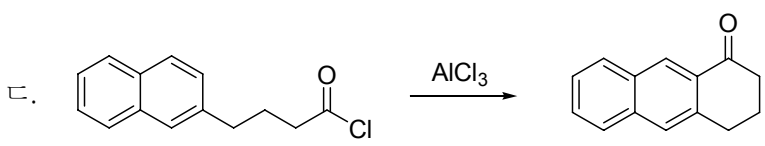
ㄱ.



ㄴ.

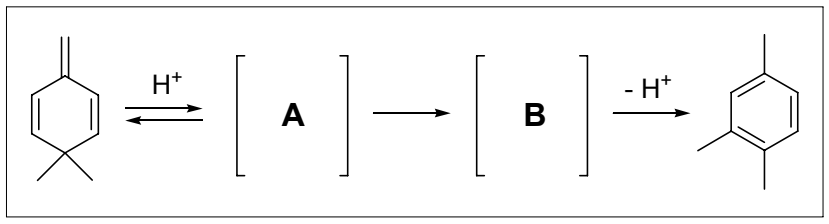


ㄷ.



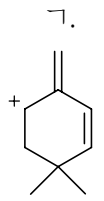
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

30. 다음 반응에서 중간체 **A**와 **B**로 적절한 것을 <보기>에서 골라 옳게 짝을 지은 것은? [2.5점]

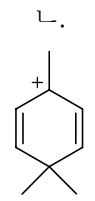


<보 기>

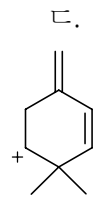
ㄱ.



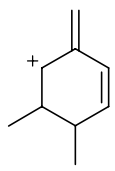
ㄴ.



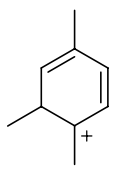
ㄷ.



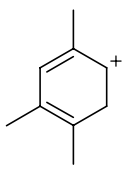
ㄹ.



ㅁ.

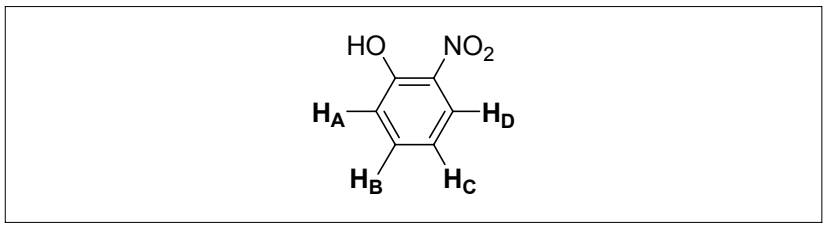


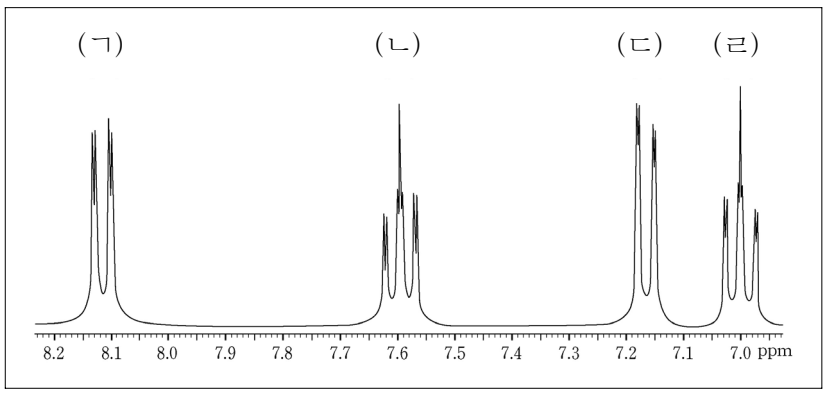
ㅂ.



	A	**B**
①	ㄱ	ㄹ
②	ㄱ	ㅁ
③	ㄴ	ㅁ
④	ㄴ	ㅂ
⑤	ㄷ	ㅂ

31. 다음은 *o*-nitrophenol의 구조와 ^{1}H NMR 스펙트럼의 일부이다.



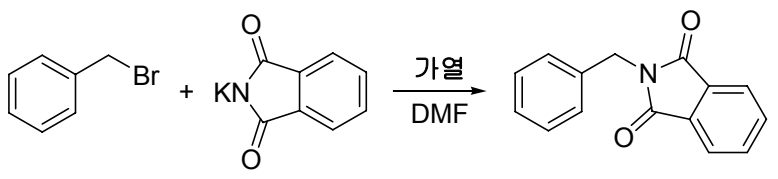


o-Nitrophenol의 수소 **H$_A$**~**H$_D$**에 해당하는 ^{1}H NMR 스펙트럼 봉우리(peak) 위치 (ㄱ) ~ (ㄹ)을 옳게 짝을 지은 것은?

	H$_A$	**H$_B$**	**H$_C$**	**H$_D$**
①	(ㄱ)	(ㄴ)	(ㄷ)	(ㄹ)
②	(ㄱ)	(ㄹ)	(ㄴ)	(ㄷ)
③	(ㄴ)	(ㄷ)	(ㄱ)	(ㄹ)
④	(ㄷ)	(ㄴ)	(ㄹ)	(ㄱ)
⑤	(ㄹ)	(ㄱ)	(ㄷ)	(ㄴ)

32. 다음은 **A**와 **B**를 출발 물질로 하여 주생성물 **C**를 합성하는 반응식과 실험 과정이다.

<반응식>



A **B** **C**

(DMF = *N*,*N*-dimethylformamide)

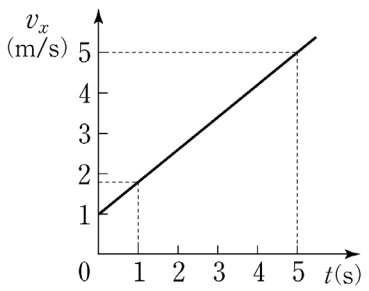
<실험 과정>

(1) 100 mL 둥근 바닥 플라스크에 용매 DMF (35 mL)와 반응물 **A** (4.9 g), **B** (6.4 g)를 넣어 교반한다.
(2) 반응 혼합물을 가열하면서 반응의 진행 정도를 확인한다.
(3) 반응이 완결되면 반응 용액을 상온으로 식힌 후, 얼음물을 첨가한다.
(4) 반응 혼합물을 감압 여과하여 고체를 얻는다.
(5) 얻어진 고체는 순수한 생성물 **C**를 얻기 위해 재결정한다.

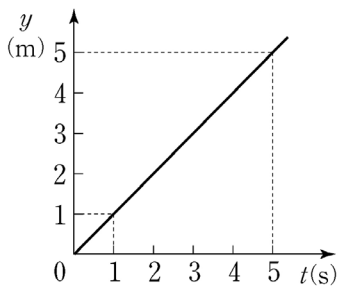
이 실험에 대한 설명으로 적절하지 <u>않은</u> 것은?

① 과정 (1)에서 CH_3CN을 DMF 대신 사용할 수 있다.
② 과정 (2)에서 박막 크로마토그래피(TLC)를 사용한다.
③ 과정 (3)에서 주생성물이 고체로 석출된다.
④ 과정 (4)에서 뷔후너 깔때기(Büchner funnel)를 사용한다.
⑤ 과정 (5)에서 녹는점 차이를 이용한다.

33. 그림 (가)와 (나)는 $t=0$일 때 원점에서 출발하여 평면 위를 운동하는 물체의 x방향의 속도 v_x와 y방향의 위치 y를 각각 시간 t의 함수로 나타낸 것이다.



(가)



(나)

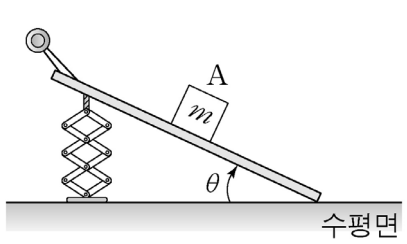
물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

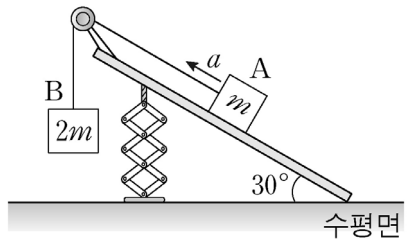
ㄱ. 등속도 운동을 한다.
ㄴ. $t=1$s일 때 속도의 x방향과 y방향의 성분은 크기가 같다.
ㄷ. $t=5$s일 때 x방향의 위치는 원점에서 15m 떨어진 곳이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

34. 그림 (가)는 경사각 θ인 빗면 위에 질량 m인 물체 A가 놓여 있는 것을 나타낸 것이다. A는 $\theta=30°$가 되었을 때 미끄러지기 시작하여 $\frac{g}{10}$의 일정한 가속도로 운동한다. 그림 (나)는 (가)와 동일한 빗면에서 $\theta=30°$일 때 질량 $2m$인 물체 B에 실로 연결된 A가 빗면을 따라 일정한 가속도 a로 올라가는 모습을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

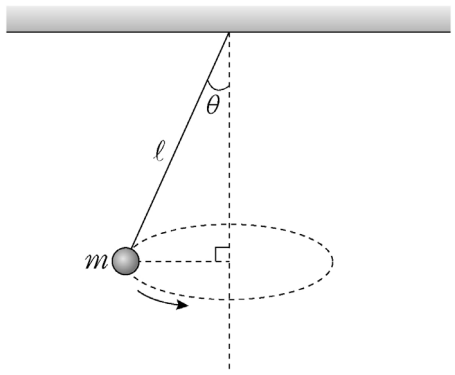
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g이며, 공기 저항 및 도르래와 실의 마찰은 무시한다.) [2.5점]

<보 기>

ㄱ. 빗면과 A 사이의 정지 마찰 계수는 $\frac{\sqrt{3}}{3}$이다.
ㄴ. 빗면과 A 사이의 운동 마찰력은 $\frac{2}{5}mg$이다.
ㄷ. $a=\frac{11}{30}g$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

35. 그림과 같이 질량 m인 물체가 길이 ℓ인 줄에 매달려 연직축 둘레를 일정한 각속도로 원운동을 하고 있다.

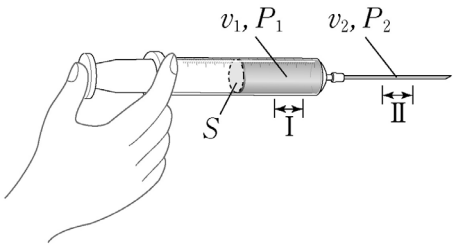


원운동의 주기는? (단, 중력 가속도는 g이고, 줄의 질량은 무시한다.)

① $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}\cos\theta}$ ② $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}\sin\theta}$ ③ $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}\sin\theta\cos\theta}$

④ $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}\tan\theta}$ ⑤ $2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}\cot\theta}$

36. 그림은 주사기 안에 들어 있는 밀도 ρ인 유체가, 단면적이 각각 S, $\frac{S}{9}$인 영역 Ⅰ, Ⅱ에서 속력 v_1, v_2로 흐르는 것을 나타낸 것이다. Ⅰ, Ⅱ에서 유체의 압력은 각각 P_1, P_2이다.

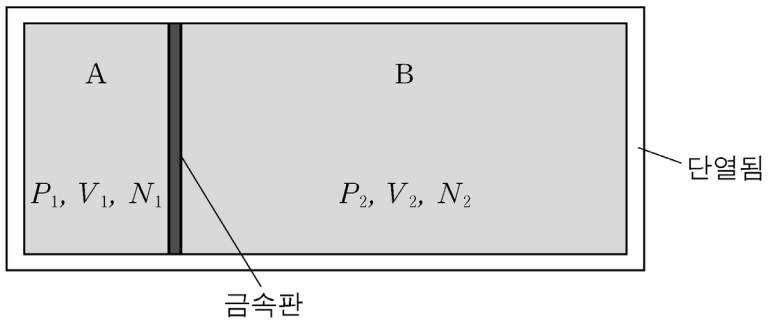


v_2는? (단, 유체는 베르누이 법칙을 만족한다.)

① $\sqrt{\frac{81(P_1-P_2)}{100\rho}}$ ② $\sqrt{\frac{81(P_1-P_2)}{80\rho}}$ ③ $\sqrt{\frac{81(P_1-P_2)}{60\rho}}$

④ $\sqrt{\frac{81(P_1-P_2)}{40\rho}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{81(P_1-P_2)}{20\rho}}$

37. 그림과 같이 움직일 수 있는 금속판에 의해 나뉜 단열된 상자의 두 공간에 들어 있는 이상 기체 A, B가 평형을 유지한 상태에서 금속판이 정지해 있다. A와 B의 압력, 부피, 분자의 개수는 각각 P_1, V_1, N_1과 P_2, V_2, N_2이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 금속판과 상자 사이의 마찰은 무시한다.) [1.5점]

<보 기>

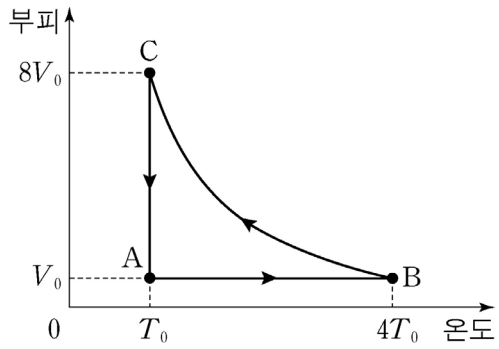
ㄱ. $P_1 = P_2$

ㄴ. $\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2}$

ㄷ. $N_1 = N_2$

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

38. 그림은 1몰의 이상 기체의 상태가 A→B→C→A를 따라 변화할 때 부피와 절대 온도를 나타낸 것이다. A→B 과정은 등적 과정, B→C 과정은 단열 과정, C→A 과정은 등온 과정이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 기체 상수는 R이다.) [2.5점]

<보 기>

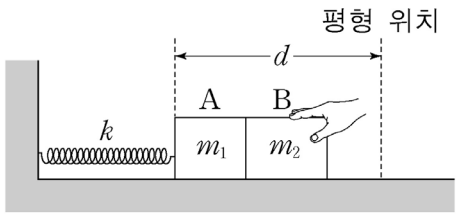
ㄱ. B에서의 압력은 C에서의 8배이다.

ㄴ. A→B 과정에서 기체가 흡수한 열은 B→C 과정에서 기체가 한 일과 같다.

ㄷ. 한 순환 과정 동안 기체가 한 일은 $3RT_0 \ln 2$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

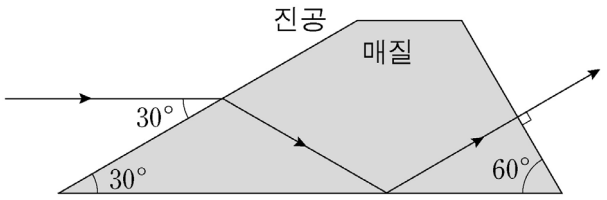
39. 그림은 용수철 상수 k인 용수철에 연결된 질량 m_1인 물체 A에 질량 m_2인 물체 B를 접촉시킨 후 용수철을 평형 위치로부터 길이 d만큼 압축시킨 것을 나타낸 것이다. 손을 떼면, 평형 위치를 지나는 순간부터 A는 진폭 L인 단진동을 하고, B는 일정한 속력 v로 운동한다.



v와 L은? (단, A와 B의 크기는 무시한다.)

	v	L
①	$d\sqrt{\frac{2k}{m_1+m_2}}$	$d\sqrt{\frac{m_1}{m_1+m_2}}$
②	$d\sqrt{\frac{2k}{m_1+m_2}}$	$d\sqrt{\frac{m_2}{m_1+m_2}}$
③	$d\sqrt{\frac{2k}{m_1+m_2}}$	$d\sqrt{\frac{2m_2}{m_1+m_2}}$
④	$d\sqrt{\frac{k}{m_1+m_2}}$	$d\sqrt{\frac{m_1}{m_1+m_2}}$
⑤	$d\sqrt{\frac{k}{m_1+m_2}}$	$d\sqrt{\frac{2m_1}{m_1+m_2}}$

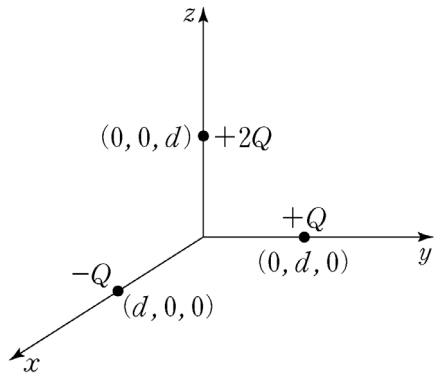
40. 그림과 같이 단색광이 진공 속에 놓인 매질에 입사하여 수평인 매질의 아랫면에서 반사한 후, 매질의 옆면에 수직인 방향으로 통과하여 진행한다.



매질의 굴절률은? [1.5점]

① $\sqrt{2}$ ② $\sqrt{3}$ ③ 2
④ $\sqrt{5}$ ⑤ $\sqrt{6}$

41. 그림과 같이 3차원 공간의 $(d,\ 0,\ 0)$, $(0,\ d,\ 0)$, $(0,\ 0,\ d)$인 지점에 각각 $-Q$, $+Q$, $+2Q$의 전하가 놓여 있다.

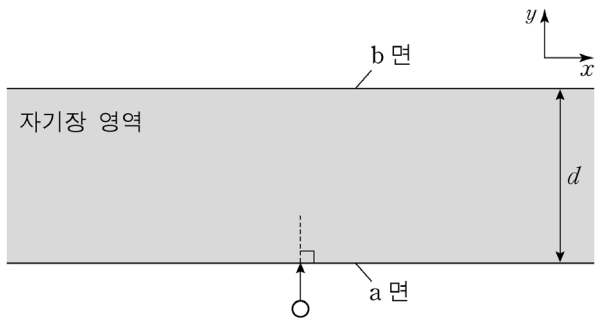


중심이 원점에 있고 반지름이 $2d$인 구면을 통과하는 알짜 전기선속은? (단, ϵ은 공간의 유전율이다.)

① $-\dfrac{Q}{\epsilon}$ ② 0 ③ $\dfrac{Q}{\epsilon}$

④ $\dfrac{2Q}{\epsilon}$ ⑤ $\dfrac{3Q}{\epsilon}$

42. 그림과 같이 전하량 q, 질량 m인 입자가 일정한 속력으로 세기가 B인 균일한 자기장 영역의 a면에 수직으로 입사한다. 자기장 방향은 xy평면에 수직인 방향이고, a면과 b면 사이의 간격은 d이다.

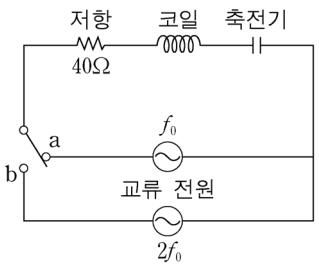


자기장 영역에서 등속 원운동을 하는 입자가 b면에 도달하기 위한 최소 속력은? (단, 입자의 크기는 무시한다.) [2.5점]

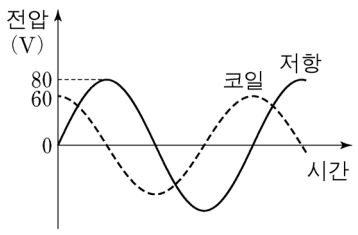
① $\dfrac{qBd}{2m}$ ② $\dfrac{qBd}{\sqrt{2}\,m}$ ③ $\dfrac{qBd}{m}$

④ $\dfrac{\sqrt{2}\,qBd}{m}$ ⑤ $\dfrac{2qBd}{m}$

43. 그림 (가)와 같이 저항값이 40Ω인 저항, 코일, 축전기, 스위치를 전압의 최댓값이 100V로 같고 진동수가 각각 f_0, $2f_0$인 교류 전원에 연결하여 회로를 구성하였다. 그림 (나)는 스위치를 a에 연결하였을 때, 저항과 코일 양단의 전압을 시간에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)

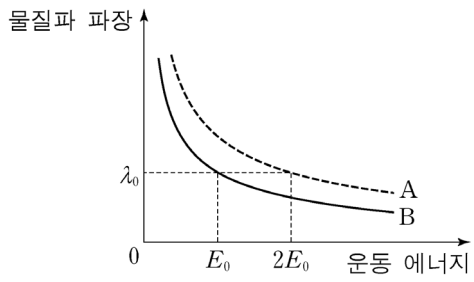
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 스위치를 b에 연결하였을 때, 회로에 흐르는 전류의 최댓값은 2A이다.
ㄴ. 스위치를 b에 연결하였을 때, 코일 양단에 걸리는 전압의 최댓값은 120V이다.
ㄷ. 회로의 공명 진동수는 $\sqrt{2}f_0$이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

44. 그림은 입자 A와 B의 물질파 파장을 운동 에너지에 따라 나타낸 것이다. 운동 에너지가 각각 $2E_0$, E_0인 A, B의 물질파 파장은 λ_0으로 같다.



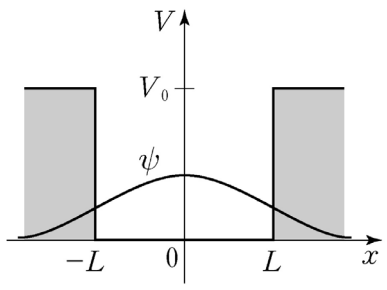
A와 B의 운동 에너지가 E_0일 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 입자의 속력은 광속보다 매우 작다.)

<보 기>

ㄱ. 질량은 B가 A의 2배이다.
ㄴ. 운동량의 크기는 B가 A의 2배이다.
ㄷ. 속력은 B가 A의 2배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

45. 그림은 1차원 퍼텐셜 우물과 바닥상태에 있는 전자의 파동 함수 ψ를 나타낸 것이다. 퍼텐셜 에너지 V는 $|x| \leq L$일 때 0이고, $|x| > L$일 때 V_0이다. 전자의 에너지는 $E(< V_0)$이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

ㄱ. $|x| > L$에서 전자를 발견할 확률은 0이다.
ㄴ. V_0이 클수록 $|x| \leq L$에서 전자를 발견할 확률은 커진다.
ㄷ. V_0이 무한대일 경우, $E = 0$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

* 확인 사항

○ 문제지와 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확하게 표기했는지 확인하십시오.