



지시 사항



- 펜으로만 쓰시오. 프로그램 불가능한 계산기만 사용하십시오.
- 이 이론 시험지는 지시 사항을 제외하고 **63 페이지**이다.
- 이 시험은 **9 문제**로 이루어져 있다.
- 시험 시간은 **5 시간**이다.
- **시작하라**는 명령이 떨어지면 **시작**하십시오.
- 모든 결과는 **답안지**의 지정된 영역에 적절한 상자 안에 펜으로 써야한다. 연습지가 필요하면 시험지의 뒷면을 사용하십시오. 답안 상자 밖에 쓰인 답은 채점하지 않는다는 것을 명심하십시오.
- 필요한 경우 적절한 상자에 관계되는 계산을 적으시오. 풀이가 있어야 정답에 대해 만점을 줄 수 있다.
- 시험 감독관은 끝나기 **30 분** 전에 공지한다.
- 시험을 **중지**하라는 말을 들으면 즉시 **멈추어야** 한다. 멈추지 않으면 시험에서 실격한다.
- 번역이 불분명한 경우 이 시험의 공식 영어 버전을 요청하여 볼 수 있다.

- 허락없이 시험장소를 떠날 수 없다. 도움이 필요한 경우 (계산기 고장, 화장실 사용 등) 손을 들고 감독자가 올 때 까지 기다리시오.

행운을 빕니다!



문제와 배점 정보

문제 번호	제목	배점	총점의%
1	터키의 두 아름다움: 벤 고양이와 앙카라 고양이	24	8
2	반응성 중간체 (Reactive Intermediate) 의 이야기	77	10
3	(±)-코에루레신 (Coerulescine)	51	8
4	중요한 대칭성 (Symmetry)!	66	10
5	코니아, 당근, 베타-카로틴, 비타민 A, 면역 체계, 시각	100	14
6	항성간 여행을 통한 열역학	80	12
7	프탈로사이아닌	85	12
8	붕소 화합물과 수소 저장	58	14
9	중금속 이온의 정량분석	100	12
	합계	641	100

Theory IChO 2020



G0-3

Korean (Korea)

저자

ALANYALIOGLU, Murat, Atatürk University
AYDOGAN, Abdullah, Istanbul Technical University
BURAT, Ayfer Kalkan, Istanbul Technical University
DAG, Ömer, Bilkent University
DASTAN, Arif, Atatürk University
KILIÇ, Hamdullah, Atatürk University
METIN, Önder, Koç University
SARAÇOGLU, Nurullah, Atatürk University
TÜRKMEN, Yunus Emre, Bilkent University
ÜNLÜ, Caner, Istanbul Technical University
YILMAZ, Ismail, Istanbul Technical University
YURTSEVER, Mine, Istanbul Technical University

편집자

SARAÇOGLU, Nurullah, Atatürk University



상수 및 공식

아보가드로 수	$N_A = 6.0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
볼츠만 상수	$k_B = 1.3807 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
기체 상수	$R = 8.3145 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0.08205 \text{ atm LK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
광속	$c = 2.9979 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
플랑크 상수	$h = 6.6261 \times 10^{-34} \text{ Js}$
패러데이 상수	$F = 9.6485 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
전자의 질량	$m_e = 9.1093 \times 10^{-31} \text{ kg}$
표준 압력	$P = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
대기압	$P_{atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$
섭씨 0 도	273.15 K
1 피코미터 (pm)	$10^{-12} \text{ m}; 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
1 나노미터 (nm)	10^{-9} m
	1 eV = $1.6021 \times 10^{-19} \text{ J}$
	1 cal = 4.184 J
	1 amu = $1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$
기본 전하	$1.6021 \times 10^{-19} \text{ C}$
이상 기체 방정식	$PV = nRT$



상수 및 공식

엔탈피	$H = U + PV$
깁스 자유 에너지	$G = H - TS$
	$\Delta_r G = \Delta G^0 + RT \ln Q$
	$\Delta_r G^0 = -RT \ln K = -nFE_{cell}^0$
엔트로피 변화	$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$, 여기서 q_{rev} 는 가역과정의 열이다.
엔트로피 변화	$\Delta S = nR \ln \frac{v_2}{v_1}$ (이상 기체의 등온 팽창에 대해서)
네른스트 방정식	$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_{oxidation}}{C_{reduction}}$
광자의 에너지	$E = \frac{hc}{\lambda}$
적분 속도식	
0 차	$[A] = [A]_0 - kt$
1 차	$\ln [A] = \ln [A]_0 - kt$
2 차	$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$
아레니우스 식	$k = Ae^{-E_a/RT}$
선형 검정 곡선의 식	$y = mx + n$
람베르트-비어 식	$A = \epsilon lc$

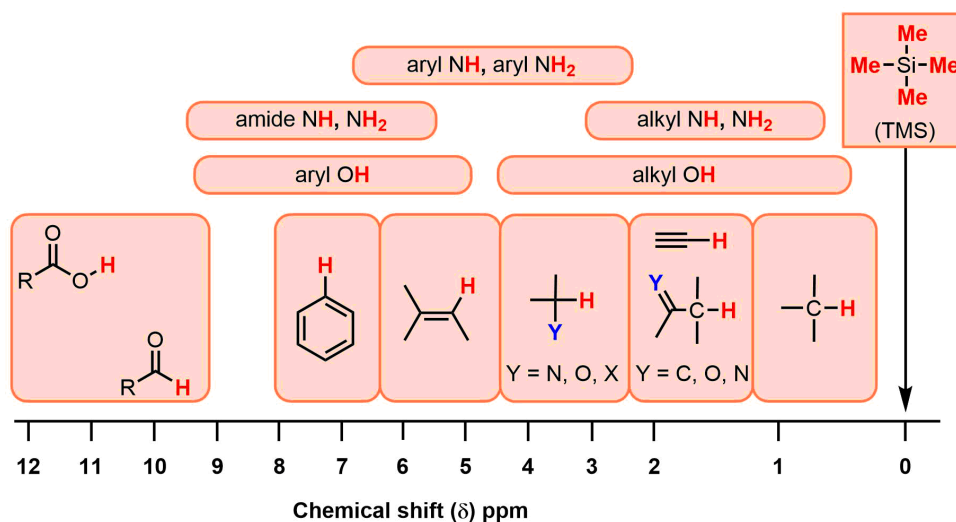


원소의 주기율표

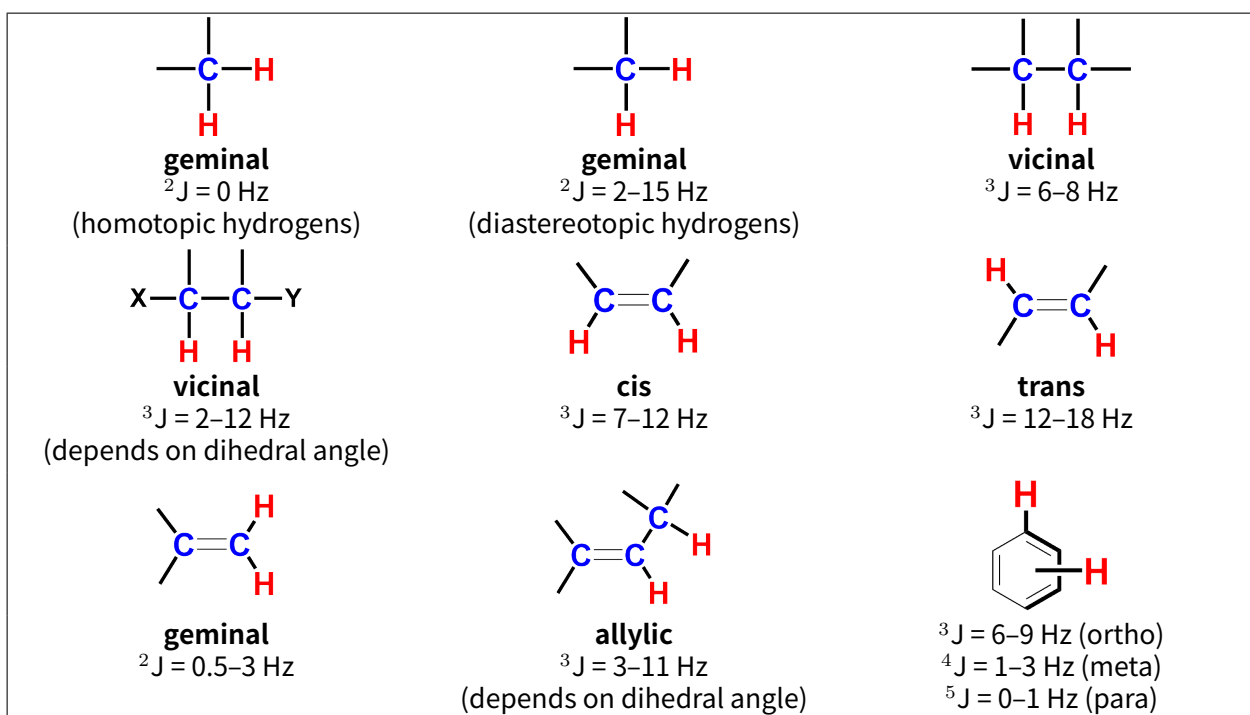
1																		18																	
1 H 1.008																	2 He 4.003																		
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">atomic number</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Symbol</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">atomic weight</td> </tr> </table>																		atomic number	Symbol	atomic weight															
atomic number																																			
Symbol																																			
atomic weight																																			
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18																		
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95																		
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80																		
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	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																		
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	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 -	85 At -	86 Rn -																		
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -																		

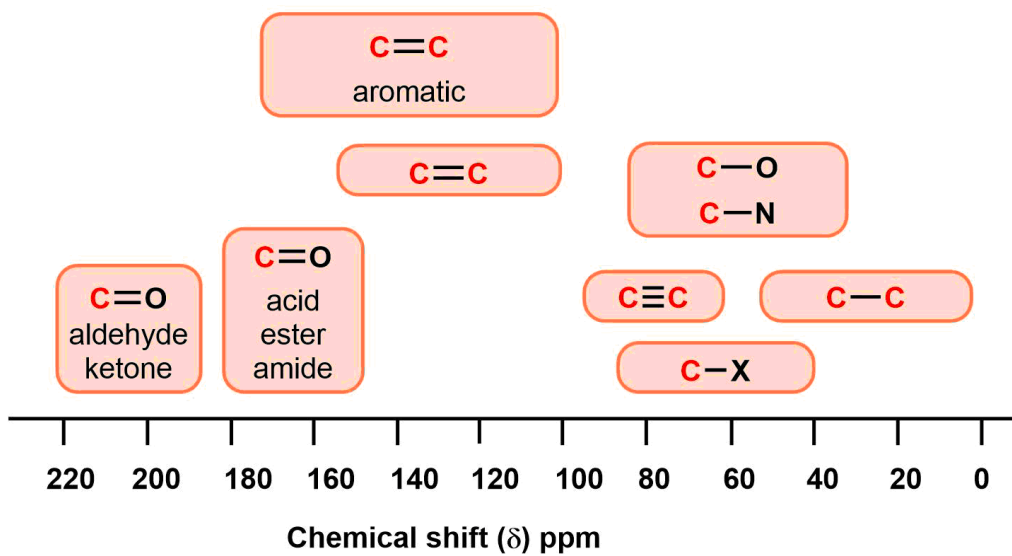
57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -





Typical Coupling Constants







IR Absorption Frequency Table

Functional Group	Type of Vibration	Absorption Region (cm ⁻¹)	Frequency	Intensity
Alcohol				
O-H	(stretch, H-bonded)	3600–3200		strong, broad
	(stretch, free)	3700–3500		strong, sharp
C-O	(stretch)	1150–1050		strong
Alkane				
C-H	stretch	3000–2850		strong
	bending	1480–1350		variable
Alkene				
=C-H	stretch	3100–3010		medium
	bending	1000–675		strong
C=C	stretch	1680–1620		variable
Alkyl Halide				
C-F	stretch	1400–1000		strong
C-Cl	stretch	800–600		strong
C-Br	stretch	600–500		strong
C-I	stretch	500		strong
Alkyne				
C-H	stretch	3300		strong, sharp
C≡C	stretch	2260–2100		variable, not present in symmetrical alkynes



IR Absorption Frequency Table

Amine			
N-H	stretch	3500–3300	medium (primary amines have two bands; secondary amines have one band, often very weak)
C-N	stretch	1360–1080	medium-weak
N-H	bending	1600	medium
Aromatic			
C-H	stretch	3100–3000	medium
C=C	stretch	1600–1400	medium-weak, multiple bands
Carbonyl			
C=O	stretch	1820–1670	strong
Acid			
C=O	stretch	1725–1700	strong
O-H	stretch	3300–2500	strong, very broad
C-O	stretch	1320–1210	strong
Aldehyde			
C=O	stretch	1740–1720	strong
C-H	stretch	2850–2820 & 2750–2720	medium, two peaks
Amide			
C=O	stretch	1690–1640	strong
N-H	stretch	3500–3100	unsubstituted have two bands
	bending	1640–1550	



IR Absorption Frequency Table

Anhydride			
C=O	stretch	1830–1800 & 1775–1740	two bands
Ester			
C=O	stretch	1750–1735	strong
C–O	stretch	1300–1000	two bands or more
Ketone			
acyclic	stretch	1725–1705	strong
cyclic	stretch	3-membered - 1850	strong
	stretch	4-membered - 1780	strong
	stretch	5-membered - 1745	strong
	stretch	6-membered - 1715	strong
	stretch	7-membered - 1705	strong
α, β -unsaturated	stretch	1685–1665	strong
conjugation moves absorptions to lower wavenumbers			
aryl ketone	stretch	1700–1680	strong
Ether			
C–O	stretch	1300–1000 (1150–1070)	strong
Nitrile			
C \equiv N	stretch	2260–2210	medium
Nitro			
N–O	stretch	1560–1515 & 1385–1345	strong, two bands