

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2001/2002

September 2001

KTT 313 - Kimia Takorganik III

[Masa : 3 jam]

---

Sila pastikan bahawa kertas ini mengandungi SEMBILAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

**SOALAN PERTAMA PERLU DIJAWAB.** Kemudian jawab **EMPAT** soalan lagi dengan memilih **DUA soalan daripada Bahagian B** dan **DUA soalan daripada Bahagian C.**

Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan, hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

**BAHAGIAN A**

**SOALAN PERTAMA - SOALAN WAJIB**

1. (a) (i) Takrifkan sebatian gugusan. (4 markah)
- (ii) Dengan menggunakan satu contoh yang sesuai, berikan dan terangkan DUA sebab mengapa konsep ikatan kimia klasik dikatakan tercabar oleh kewujudan sebatian-sebatian gugusan. (6 markah)
- (b) Jelaskan maksud mekanisme saling tukaran yang diberi simbol I dan bezakan antara mekanisme I<sub>a</sub> dan I<sub>d</sub>. (10 markah)

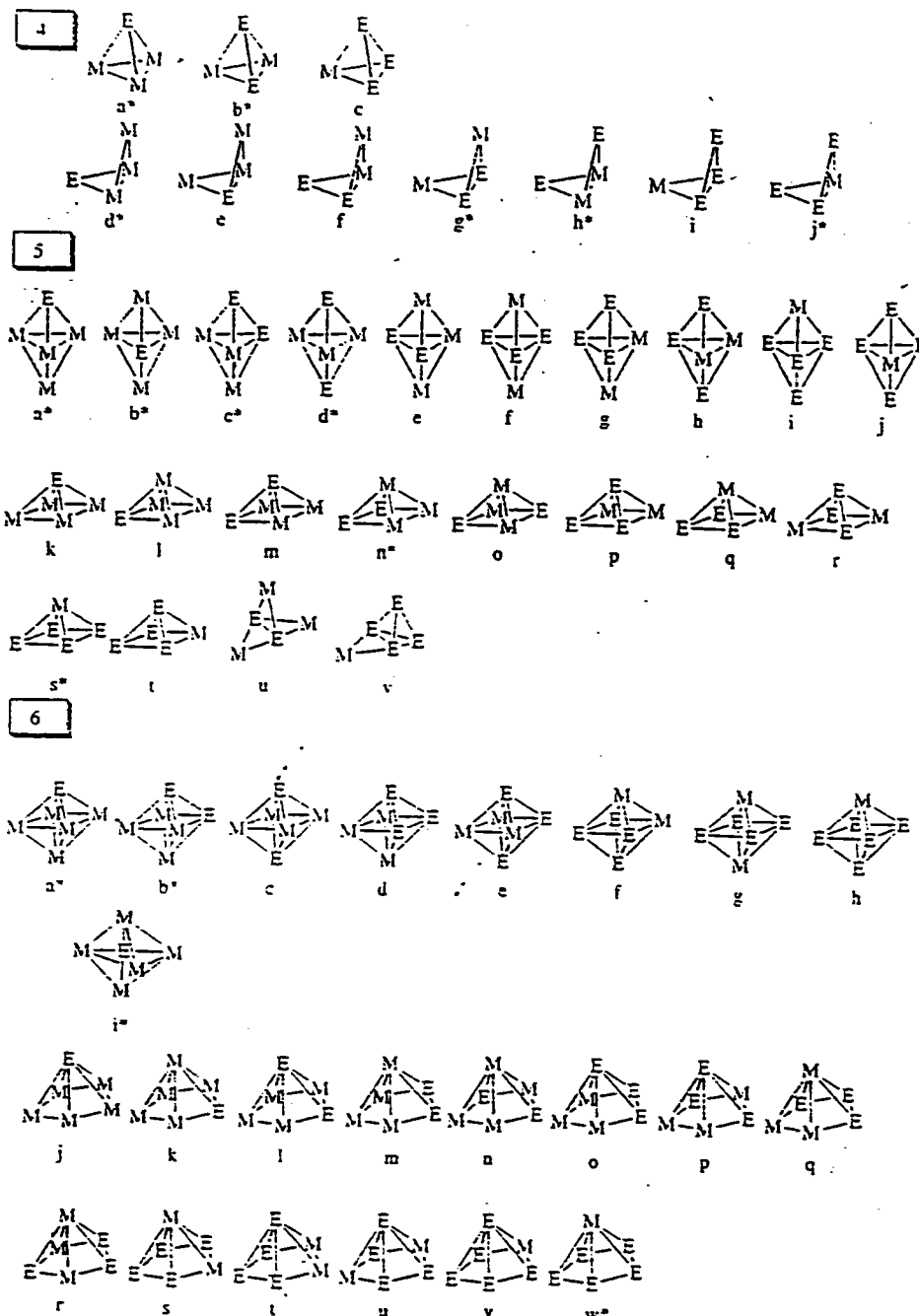
**BAHAGIAN B**

2. (a) Terangkan struktur-struktur utama sebatian gugusan berdasarkan Gambarajah 1 dan berpandukan Jadual 1.

(12 markah)

(b) Apakah yang diperhatikan apabila nisbah E / M berubah.

(8 markah)

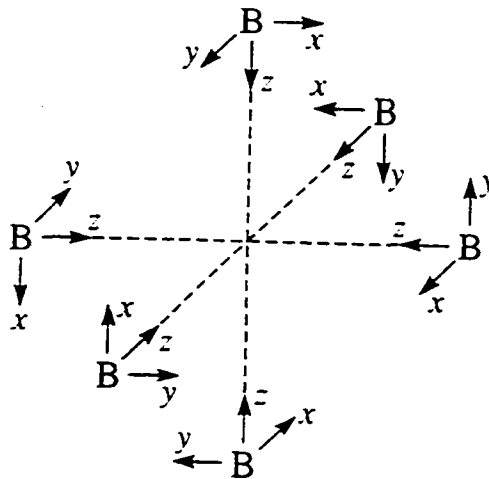


**Gambarajah 1 :** Isomer-isomer yang mungkin bagi struktur kloso dan nido sebatian-sebatian  $E_nM_{x-n}$  ( $n=(x-1)-1$ ;  $x=4-6$ ).

**Jadual 1 : Sebatian gugusan berstruktur klosa dan nido yang wujud dan mempunyai 4 hingga 6 atom kerangka.**

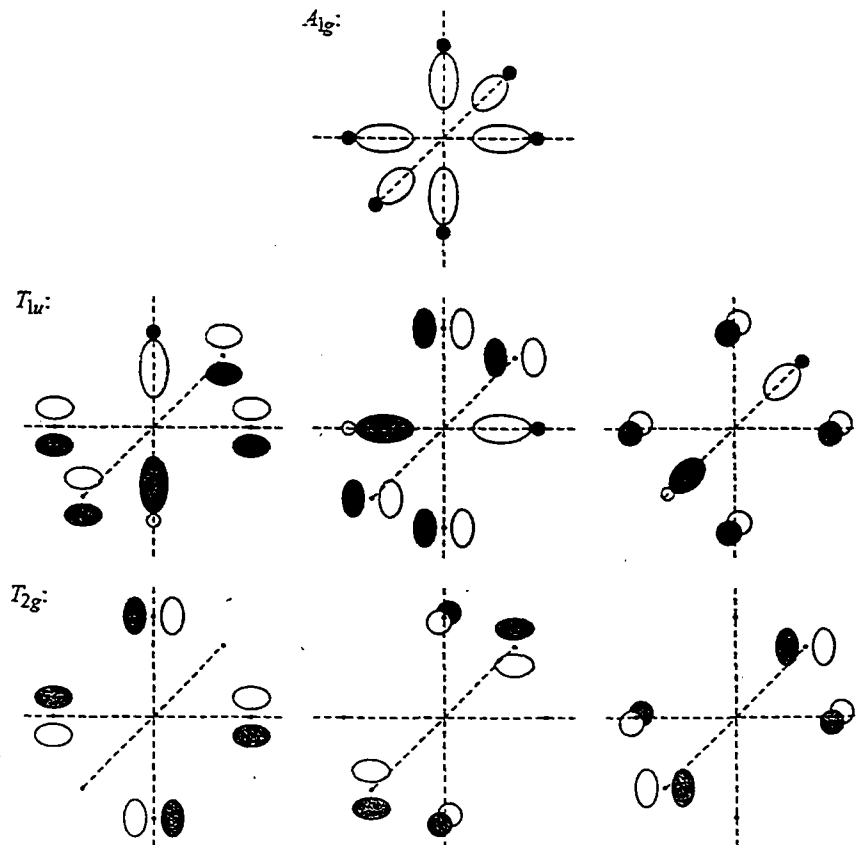
Saiz dan Jenis re struktur	Composisi serpihan gugusan	Saiz dan Jenis struktur	Composisi serpihan gugusan	Saiz dan Jenis struktur	Composisi serpihan gugusan	Saiz dan Jenis struktur	Composisi serpihan gugusan
4a	{BH}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	4a	{BH}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	5d	{Bi} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5d	{Bi} <sub>2</sub> {Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>
4a	{BH}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> (H) <sub>2</sub> CO	4a	{BCO}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>3</sub>	5d	{S} <sub>2</sub> {Ni(PEt <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> } <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	5d	{S} <sub>2</sub> {Rh(CO) <sub>2</sub> } <sub>3</sub> <sup>-</sup>
4a	{SiCo(CO) <sub>4</sub> } <sub>2</sub> {Co(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	4a	{GeFe(CO) <sub>4</sub> } <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5d	{Se} <sub>2</sub> {Ir(CO) <sub>2</sub> } <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5d	{Se} <sub>2</sub> {Rh(CO) <sub>2</sub> } <sub>3</sub> <sup>-</sup>
4a	{GeR}{Co(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> {CpW}	4a	{GeR}{Co(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5f	{P} <sub>3</sub> {Co(triphos)} <sub>2</sub> {Fe- (euriphos)} <sup>b</sup>	5f	{PPh}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub> CO
4a	{NH}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> CO	4a	{NPh}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	5f	{AsPh}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub> H <sub>2</sub>	5n	{BH} <sub>2</sub> {Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>4</sub>
4a	{PPh}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	4a	{P}{Co(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5n	{NEt} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5o	{NMe} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>
4a	{AsMe}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> {Co- (CO) <sub>3</sub> }	4a	{As}{Co(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5o	{NPh} <sub>2</sub> {Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5o	{PPh} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>
4a	{Bi}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>3</sub>	4a	{Bi}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>3</sub>	5o	{AsPh} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5o	{SbCr(CO) <sub>5</sub> } <sub>2</sub> {Fe- (CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
4a	{Bi}{Co(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	4a	{Bi}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>3</sub>	5o	{Bi} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	5o	{S} <sub>2</sub> {Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>
4a	{Bi}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> CO <sup>-</sup>	4a	{Bi}{Ir(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5o	{Se} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5o	{Te} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>
4a	{O}{Cp*Ru <sub>3</sub> H <sub>3</sub> } <sup>+</sup>	4a	{OH}{Re(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5o	{Te} <sub>2</sub> {Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5q	{BH} <sub>3</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
4a	{O}{CpCo <sub>3</sub> } <sub>3</sub> CO	4a	{SR}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5s	{BH} <sub>4</sub> {CpCo}H <sub>4</sub>	5s	{BPr} <sub>2</sub> {N( <i>r</i> -Bu)} <sub>2</sub> {CpCo}
4a	{S}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	4a	{S}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	5s	{C( <i>t</i> -Bu)} <sub>2</sub> {P} <sub>2</sub> {Cp*Co}	5s	{P} <sub>4</sub> {Cp*(CO) <sub>2</sub> Nb}
4a	{S}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	4a	{Sc}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	5t	{BH} <sub>4</sub> {CpCo}H <sub>4</sub>	5u	{As} <sub>2</sub> {Mn(CO) <sub>5</sub> } <sub>3</sub>
4a	{Te}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	4b	{BH} <sub>2</sub> {CpTa <sub>2</sub> (H) <sub>4</sub> Br <sub>2</sub> }	5v	{P <sub>4</sub> } <sub>2</sub> {Rh(PPh <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl}	6a	{B}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> {AuPPh <sub>3</sub> }
4b	{BH} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	4b	{NH}{S}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub>	6a	{N}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> {Ru- (CO) <sub>2</sub> } <sub>2</sub> CO <sup>-</sup>	6a	{N}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> {Fe(CO) <sub>2</sub> } <sub>2</sub> - (H)CO}
4b	{PR} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub>	4b	{P} <sub>2</sub> {Co(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub>	6a	{PPh}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>5</sub>	6a	{S}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>5</sub>
4b	{AsCr(CO) <sub>5</sub> } <sub>2</sub> {Cp(CO) <sub>2</sub> W}	4b	{S} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub>	6a	{S}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>5</sub>	6b	{BH} <sub>2</sub> {CpCo <sub>4</sub> }H <sub>2</sub>
4c	{BH} <sub>3</sub> {Mn(CO) <sub>5</sub> } <sub>3</sub> H <sub>5</sub>	4c	{P} <sub>3</sub> {Co(triphos)}	6b	{Bi} <sub>2</sub> {Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub>	6c	{GeCo(CO) <sub>4</sub> } <sub>2</sub> {Co(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub> - {Co(CO) <sub>5</sub> } <sub>2</sub> CO
4c	{Te} <sub>3</sub> {W(CO) <sub>4</sub> } <sub>3</sub> <sup>2+</sup>	4d	{SnR <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> CO	6b	{PPh <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {Co(CO) <sub>2</sub> } <sub>4</sub> (CO) <sub>2</sub>	6c	{PPh <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub> {Ru- (CO) <sub>2</sub> } <sub>2</sub> (CO)
4d	{SEt}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> (H)CO	4e	{As( <i>p</i> -tolyl)} <sub>3</sub> {Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> <sup>-</sup> {C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> Me}	6c	{PPh <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub> {Fe- (CO) <sub>2</sub> } <sub>2</sub> (CO)	6c	{Se} <sub>2</sub> {CpNi <sub>4</sub> }
4e	{SSiMe <sub>3</sub> } <sub>2</sub> {Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	4f	{BH} <sub>2</sub> {PPh <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {CpCo <sub>2</sub> } <sub>2</sub> H <sub>3</sub>	6c	{Bi} <sub>2</sub> {Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub>	6c	{BH}{CH}{CMe}{Fe- (CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>
4g	{SiPhCl} <sub>2</sub> {Pt(PEt <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> }	4h	{SiR <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {Mn(CO) <sub>4</sub> } <sub>2</sub>	6c	{Te} <sub>2</sub> {CpNi <sub>4</sub> }	6d	{BH} <sub>4</sub> {CpCo <sub>2</sub> } <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
4h	{PR <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub>	4h	{As} <sub>2</sub> {Cp*Mn(CO) <sub>2</sub> } <sub>2</sub>	6d	{BH} <sub>3</sub> {CpCo <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	6f	{B}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>5</sub> (H)CO
4h	{S} <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	4h	{Se} <sub>2</sub> {CpCr(CO) <sub>2</sub> } <sub>2</sub>	6h	{BH} <sub>3</sub> {BCO <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> }	6i	{BH} <sub>5</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub> H <sub>4</sub>
4h	{Te}{Te <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	4i	{BH} <sub>3</sub> {Mn(CO) <sub>4</sub> } <sub>3</sub> H <sub>5</sub>	6v	{BH} <sub>5</sub> {Mn(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>5</sub>	6v	{BH} <sub>5</sub> {CpFe}H <sub>5</sub>
4j	{BH}{BH <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {Pt(PR <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> } <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	5a	{S}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub>	6w	{P} <sub>5</sub> {Cp*Fe}		
5b	{B}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub> H <sub>3</sub>	5b	{B}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub> H <sub>3</sub>				
5b	{N}{Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub> H	5b	{N}{Os(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub> H				
5b	{N}{Ru(CO) <sub>3</sub> } <sub>4</sub> H	5b	{O}{Mn(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> {Fe- (CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub> <sup>-</sup>				
5d	{BH} <sub>2</sub> {Cp*Co <sub>3</sub> } <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	5d	{BPh}{PPh}{CpCo <sub>3</sub> }				
5d	{SnFeCp(CO) <sub>2</sub> } <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5d	{PCr(CO) <sub>5</sub> } <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>				
5d	{As} <sub>3</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>	5d	{SbCr(CO) <sub>5</sub> } <sub>2</sub> {Fe(CO) <sub>3</sub> } <sub>3</sub>				

3. (a) Takrifkan dan terangkan berserta contoh DUA daripada yang berikut:
- Sebatian gugusan kaya elektron dan sebatian gugusan kekurangan elektron
  - Ligan -ligan hidrogen dan peranannya dalam sebatian gugusan
  - Atom-atom interstitial (ruang antara) dan peranannya dalam sebatian gugusan
- (20 markah)
4. (a) Terangkan ikatan sebatian  $B_6H_6^{2-}$  berdasarkan bilangan elektron valens dan bilangan orbital dan berpandukan Gambarajah 2 dan 3.
- (6 markah)



**Gambarajah 2**

- 5 -



Gambarajah 3

- (b) Isikan Jadual 2 dengan jawapan yang sesuai. Terangkan dengan ringkas jawapan - jawapan anda berkenaan sebatian induk, klasifikasi dan bilangan elektron kerangka.

(14 markah)

Sebatian	Bilangan elektron valens	Sebatian induk	Bilangan atom boron	Bilangan bucu bagi polihedron induk	Klasifikasi	Bilangan elektron kerangka (framework)
$B_5H_9$						
$B_4H_{10}$						
$B_{12}H_{12}^{2-}$						
$B_{11}H_{13}^{2-}$						
$B_{10}H_{15}^-$						

Jadual 2

.../6-

**BAHAGIAN C**

5. (a) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan istilah labil dan lengai apabila merujuk kepada kompleks logam peralihan oktahedral. (6 markah)

- (b) Pertimbangkan setengah hayat (dalam minit) terhadap tindak balas penukaran - gantian bagi kompleks berikut:

Setengah hayat	
kurang dari satu minit	lebih dari satu minit
$[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{4-}$	$[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$
$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})]^{3+}$

Jelaskan perbezaan setengah hayat di atas dari segi struktur elektron bagi logam pusat.

(6 markah)

- (c) Pemalar kadarcepat tertib kedua bagi pembentukan  $[\text{VX}(\text{OH}_2)_5]^+$  dari tindak balas di antara  $[\text{V}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$  dan  $\text{X}^-$  di mana  $\text{X}^- = \text{Cl}^-$ ,  $\text{NCS}^-$  dan  $\text{N}_3^-$  adalah di dalam nisbah 1:2:10. Berdasarkan data tersebut cadangkan mekanisme bagi tindak balas tersebut.

(8 markah)

6. (a) Bincangkan kesan *trans* dan *cis* dalam tindak balas penukargantian kompleks satah persegi. Apakah teori-teori yang dikemukakan untuk menjelaskan kesan *trans* yang diperhatikan?

(8 markah)

- (b) Jelaskan mengapa tindak balas di antara  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  dan HCN menghasilkan kompleks *trans* manakala tindak balas di antara  $[\text{Pt}(\text{CN})_4]^{2-}$  dengan  $\text{NH}_3$  menghasilkan kompleks *cis*.

(6 markah)

- 7 -

- (c) Dalam tindak balas hidrolisis bagi *trans*-[Co(en)<sub>2</sub>(SCN)Cl]<sup>+</sup> untuk menghasilkan [Co(en)<sub>2</sub>(SCN)(OH<sub>2</sub>)]<sup>2+</sup>, nisbah hasil tindak balas *cis* dan *trans* adalah hampir-hampir sama. Beri penjelasan bagi pemerhatian ini.

(6 markah)

7. (a) Bincangkan bukti eksperimen mengenai mekanisme sfera dalam bagi tindak balas pengoksidaan-penurunan di antara kompleks logam peralihan.

(10 markah)

- (b) Jelaskan mengapa tindak balas pemindahan elektron di antara [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> dan [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup> didapati lebih perlahan daripada tindak balas pemindahan elektron di antara [Co(CN)<sub>6</sub>]<sup>4-</sup> dan [Co(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>.

(10 markah)

oooOooo

# JADUAL PERKALAN UNSUR

## Jadual Isotop-isotop Radioaktif

Isotop-isotop radioaktif yang wujud semulajadi ditunjukkan oleh nombor jam berwarna biru. Tempoh dalam kandungan di mana t, m, d dan y menunjukkan saat, minit, jam, hari dan tahun masing-masing. Simbol simbol mengilahkan kepada reputan dan peneraian yang dihasilkan ditafsiran seperti berikut:

- g - Jarak alpha
- β<sup>-</sup> - Jarak beta
- β<sup>+</sup> - Jarak positron
- K - Tangkapan elektron K
- L - Tangkapan elektron L
- SF - Pembelahan spontan
- γ - Sinaran gamma
- e - Penukaran elektron dalam

KALIAN

LAMPIRAN

### KUMPULAN IA

1	1.008
2	2.016
3	3.024
4	4.032

### IIA

4	9.0122
12	24.312

3	6.941
7	14.00304
11	22.98976928
19	39.0983

4	9.0122
12	24.312

11	22.98976928
24	24.312

11	22.98976928
24	24.312

11	22.98976928
24	24.312

### IIB

### IVB

### VB

### VIB

### VIIIB

### VIII

### IB

### IIB

### IIIA

### IVA

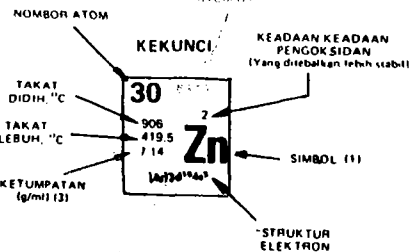
### VA

### VIA

### VIIA

### VIIIA

19	39.0983	20	40.08	21	44.9559	22	47.88	23	50.942	24	51.996	25	54.938	26	55.847	27	58.933	28	58.71	29	63.54	30	65.37	31	69.72	32	72.59	33	74.922	34	78.96	35	79.904	36	83.80
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																		
37	85.47	38	87.62	39	88.906	40	91.22	41	92.906	42	95.94	43	98.91	44	101.07	45	102.905	46	106.4	47	107.870	48	112.40	49	114.82	50	118.69	51	121.75	52	127.60	53	126.904	54	131.90
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																		
55	132.905	56	137.34	57	138.91	72	178.49	73	180.948	74	183.85	75	186.2	76	190.2	77	192.2	78	195.09	79	196.867	80	200.59	81	204.37	82	207.19	83	208.980	84	(210)	85	(210)	86	(222)
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																		
87	(223)	88	(226)	89	(227)	104																													
Fr	Ra	Ac																																	



- CATITAN:
- (1) Hitam - pepejal. Merah - gas. Biru - cecair. Garok-garok - disediakan secara sintesis.
  - Berdasarkan kepada Karbon - 12. I menunjukkan isotop yang paling stabil atau lebih terkandung.
  - Nilai-nilai unsur-unsur gas dalam bentuk cecair pada takat didih.

[KIT 313]



