



OLIMPIADE SAINS NASIONAL 2015
SELEKSI KABUPATEN / KOTA



OLIMPIADE SAINS NASIONAL
KIMIA

Kimia

Ujian Teori

Waktu: 120 menit

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS

2015



Petunjuk

1. Isilah Biodata anda dengan lengkap di lembar yang tersedia
2. Soal Teori ini terdiri dari dua bagian : A. 25 soal pilihan Ganda =
50 poin B. 5 Nomor soal essay = 103 poin

TOTAL = 153 poin

3. Waktu yang disediakan: **120 menit**.
4. Semua jawaban harus ditulis di lembar jawaban yang tersedia
5. Diperkenankan menggunakan kalkulator.
6. Diberikan Tabel periodik Unsur.
7. Anda dapat mulai bekerja bila sudah ada tanda mulai dari pengawas.
8. Anda harus segera berhenti bekerja bila ada tanda berhenti dari Pengawas.
9. Letakkan jawaban anda di meja sebelah kanan dan segera meninggalkan ruangan.
10. **Anda dapat membawa pulang soal ujian !!**

LEMBAR JAWABAN

Bagian A

Beri Tanda Silang (X) pada Jawaban Yang Anda Pilih

No	Jawaban					No	Jawaban				
1	A	B	C	D	E	16	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E	17	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E	18	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E	19	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E	20	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E	21	A	B	C	D	E

7	A	B	C	D	E		22	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E		23	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E		24	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E		25	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E							
12	A	B	C	D	E							
13	A	B	C	D	E							
14	A	B	C	D	E							
15	A	B	C	D	E							



Tabel Periodik Unsur

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	2
H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	He
1.008	4.003	6.941	9.012	10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18	22.99	24.31	26.98	28.09	30.97	32.07	35.45	4.003
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.55	65.39	69.72	72.61	74.92	78.96	79.90	83.80
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
85.47	87.62	88.91	91.22	92.91	95.94	(98)	101.1	102.9	106.4	107.9	112.4	114.8	118.7	121.8	127.6	126.9	131.3
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
132.9	137.3	138.9	178.5	180.9	183.8	186.2	190.2	192.2	195.1	197.0	200.6	204.4	207.2	209.0	(209)	(210)	(222)
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	(Uut)	(Uuq)	(Uup)	(Uub)	(Uus)	(Uuo)
(223)	(226)	(227)	(261)	(262)	(266)	(264)	(277)	(268)	(281)	(272)	(277)	(Uut)	(Uuq)	(Uup)	(Uub)	(Uus)	(Uuo)

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.1	140.9	144.2	(145)	150.4	152.0	157.3	158.9	162.5	164.9	167.3	168.9	173.0	175.0
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
232.0	231.0	238.0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)

Tetapan dan Rumus

Bilangan Avogadro	$N_A = 6.022 \cdot 10^{23}$ partikel.mol ⁻¹
Tetapan gas universal, R	$R = 0,08205$ L.atm/mol.K $= 8,3145$ L.kPa/mol.K $= 8,3145 \times 10^7$ erg/mol.K $= 8,3145$ J/mol.K $= 1,987$ kal/mol.K $= 62,364$ L.torr/mol.K
Tekanan gas	1 atm = $101,32$ kPa 1 atm = 760 mmHg = 760 torr $= 101325$ Pa = $1,01325$ bar 1 torr = $133,322$ Pa 1 bar = 10^5 Pa 1 Pa = 1 N/m ² = 1 kg/(m.s ²)
Volume gas ideal (S,T,P)	$22,4$ liter/mol = $22,4$ dm ³ /mol
Energi	1 kal = $4,182$ J 1 J = 1 L.kPa
Persamaan gas Ideal	$PV = nRT$
Tekanan Osmosis pada larutan	$\Pi = M RT$
Tetapan Kesetimbangan air (K _w) pada 25°C	$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$
Tetapan kesetimbangan dan tekanan parsial gas	$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$
Temperatur dan Tetapan kesetimbangan	$\ln K = \frac{-\Delta H^o}{R} \left(\frac{1}{T} \right) + tetapan$
Tetapan Faraday	$F = 96500$ C/mol elektron
Muatan elektron	$1,6022 \times 10^{-19}$ C
Ampere (A) dan Coulomb (C)	$A = C/det$
Reaksi orde pertama: A → B	$-\frac{d[A]}{dt} = k[A]$ $[A]_t = [A]_0 e^{-kt}$
Reaksi orde kedua: A → B	$rate = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]^2$ $\frac{1}{[A]_t} = -kt + \frac{1}{[A]_0}$

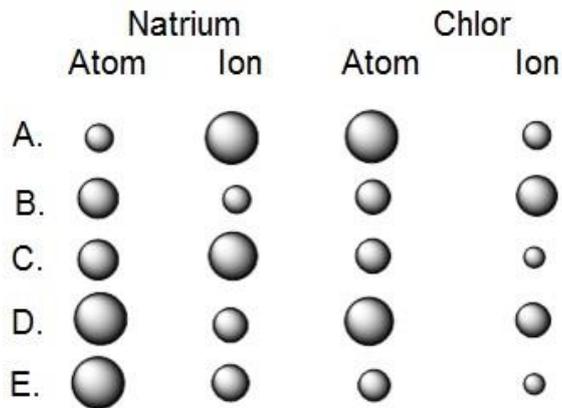
A. Pilih jawaban yang paling tepat (25 soal @ 2 poin)

- Hasil analisis senyawa berupa gas menunjukkan kandungan (% massa) 33,0% Si dan 67,0% F. Pada temperatur 35°C, sebanyak 0,210 L senyawa tersebut memberikan tekanan 1,70 atm. Jika massa 0,210 L senyawa tersebut adalah 2,40 g, maka rumus molekulnya adalah :
 - SiF₄
 - SiF₃
 - Si₂F₈
 - Si₂F₆
 - Si₃F₉
- Dari persamaan reaksi berikut ini, yang merupakan reaksi oksidasi-reduksi adalah :
 - 2HCl(aq) + Mg(s) → MgCl₂(aq) + H₂(g)
 - Na₂O(s) + H₂O(l) → 2NaOH(aq)
 - CO₂(g) + H₂O(l) → H₂CO₃(aq)
 - CaO(s) + SO₃(g) → CaSO₄(s)
 - NH₃(g) + HCl(g) → NH₄Cl(s)
- Konsentrasi (dalam satuan molalitas) senyawa *para*-diklorobenzena (C₆H₄Cl₂) dalam suatu larutan yang dibuat dengan cara melarutkan 2,65 g C₆H₄Cl₂ dalam 50 mL benzena (densitas = 0,879 g/mL) adalah :
 - 0,018 m
 - 0,041 m
 - 0,180 m
 - 0,410 m
 - 1,810 m
- Titanium(IV)oksida secara luas digunakan dalam industri cat sebagai pigmen putih. Senyawa ini larut dalam asam sulfat pekat panas sesuai persamaan reaksi berikut, TiO₂ (s) + H₂SO₄ (aq) → (TiO)²⁺ (aq) + SO₄²⁻ (aq) + H₂O (l).

Pernyataan yang tepat untuk menyatakan jenis reaksi tersebut adalah :

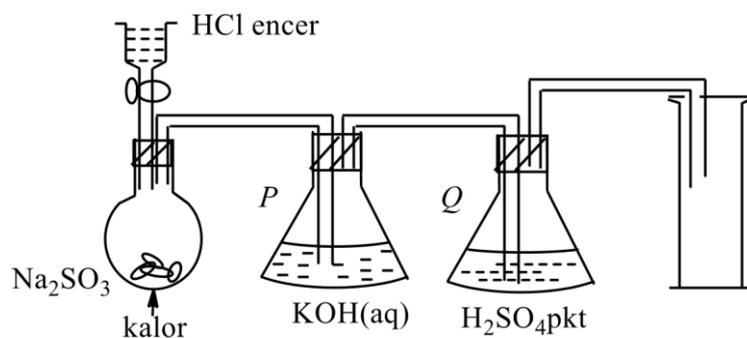
 - Asam-basa
 - pembentukan ion kompleks
 - dehidrasi
 - pertukaran
 - redoks.
- Di antara pernyataan berikut yang benar adalah :
 - ¹⁸O dan ¹⁹F mempunyai jumlah neutron sama.
 - ¹⁴C dan ¹⁴N adalah isotop karena nomor massanya sama .
 - ¹⁸O⁻² mempunyai jumlah elektron yang sama dengan ²⁰Ne.
 - A dan B benar.
 - A dan C benar

6. Dari serangkaian diagram berikut ini, diagram yang terbaik untuk menjelaskan jari-jari relatif dari atom dan ion natrium serta atom klor dan ion klorida adalah :



Jwab: B

7. Energi ionisasi kedua kalsium adalah $1150 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Di antara persamaan reaksi termokimia berikut yang menggambarkan energi ionisasi kedua kalsium adalah :
- $\text{Ca}(\text{g}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g}) + 2\text{e}^- \quad \Delta H^\circ = + 1150 \text{ kJ/mol}$.
 - $\text{Ca}^+(\text{g}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^- \quad \Delta H^\circ = + 1150 \text{ kJ/mol}$.
 - $\text{Ca}^+(\text{g}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^- \quad \Delta H^\circ = - 1150 \text{ kJ/mol}$.
 - $\text{Ca}(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g}) + 2\text{e}^- \quad \Delta H^\circ = + 1150 \text{ kJ/mol}$.
 - $\text{Ca}^+(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^- \quad \Delta H^\circ = - 1150 \text{ kJ/mol}$.
8. Diagram berikut ini menggambarkan suatu percobaan untuk pembuatan dan pengumpulan gas SO_2 . Ternyata setelah dilakukan percobaan, percobaan dengan sistem tersebut gagal (tidak dapat mengumpulkan gas SO_2).



Di antara modifikasi berikut yang akan membuat eksperimen ini berhasil untuk memperoleh gas SO_2 adalah :

- Menghilangkan labu *P* seluruhnya.
- Menghilangkan labu *Q* seluruhnya
- Memakai asam sulfat encer pengganti asam hidroklorida.
- Memakai air dalam labu *P* pengganti akua kalium hidroksida.
- Pengumpulan dengan cara pemindahan ke atas.

9. Anda mempunyai zat berikut ini:

- Kristal garam NaCl
- Lelehan garam NaCl
- Larutan garam NaCl

Yang dapat menghantarkan listrik adalah :

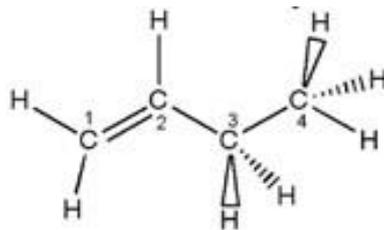
- i dan ii
- i dan iii
- ii dan iii
- i, ii, dan iii
- hanya iii

10. Yang merupakan diagram orbital hibrida dari boron dalam BF_3 adalah :

- A. $\boxed{\downarrow\uparrow}$ $\boxed{\downarrow\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{}$ $\boxed{}$
 1s 2s 2p
- B. $\boxed{\downarrow\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{}$
 1s 2s 2p
- C. $\boxed{\downarrow\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{}$ $\boxed{}$
 1s sp 2p
- D. $\boxed{\downarrow\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{}$
 1s sp 2p
- E. $\boxed{\downarrow\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{}$
 1s sp^2 2p

Jawab: E

11. Dalam molekul 1-butena, atom karbon yang diberi label 1 mempunyai hibridisasi



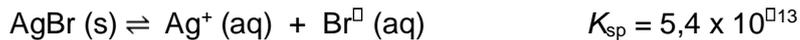
- A. sp^2
 B. sp^3
 C. sp^4
 D. sp
 E. sp^3d

12. Di antara pasangan molekul berikut yang mempunyai geometri sama adalah :

- A. $AlCl_3$ dan BCl_3
 B. $AlCl_3$ dan PCl_3
 C. BF_3 dan NH_3
 D. $BeCl_2$ dan H_2O
 E. CO_2 dan SO_2 .

13. Di antara molekul atau ion berikut : SO_2 , CO_2 , NO_2^+ , ClO_2^- , molekul atau ion yang isoelektronik adalah :

- A. SO_2 , NO_2^+ , dan ClO_2^- B. SO_2 dan CO_2
 C. SO_2 dan NO_2^+ D.
 CO_2 dan ClO_2^-
 E. CO_2 dan NO_2^+



Jumlah padatan AgBr yang dapat larut dalam 125 mL larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 1,20 M adalah : A.

7,14 g

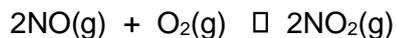
B. **12,22 g**

C. 14,08 g

D. 16,72 g

E. 40,65 g

19. Percobaan yang melibatkan reaksi oksidasi NO menjadi NO_2 berlangsung sesuai persamaan reaksi berikut :



Data yang diperoleh dari percobaan tersebut adalah sebagai berikut :

Percobaan	$[\text{O}_2]$, M	$[\text{NO}]$, M	Laju NO_2 (M/det)
1	0,001	0,001	7,10
2	0,004	0,001	28,40
3	0,004	0,003	255,6
4	0,002	0,002	X

Nilai X dalam tabel adalah :

A. 3,65

B. 14,20 C. 28,40 D. **56,80**

E. 85,20

20. Di dalam reaksi yang digambarkan oleh persamaan reaksi berikut ini :



Jenis reaksi yang terjadi pada benzena adalah :

A. Addisi elektrofilik

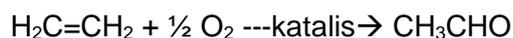
B. **Substitusi elektrofilik**

C. Substitusi radikal bebas

D. Addisi nukleofilik

E. Substitusi nukleofilik

21. Aldehida dan keton dihasilkan secara industri oleh katalitik oksidasi alkena, seperti etanal dibuat di industri petrokimia dari etena seperti persamaan reaksi berikut :



Proses ini juga dipakai di industri untuk membuat 2-butena. Yang menggambarkan struktur senyawa yang dapat dihasilkan 2-butena adalah :

A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$

B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$

C. **$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$**

D. CH_3COCH_3

E. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$

22. Di antara senyawa berikut yang dapat dibuat dari reaksi antara bromoetana dengan kalium sianida dan kemudian produk yang terbentuk direduksi lebih lanjut, adalah :

- A. CH_3CH_3
- B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$
- C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
- E. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

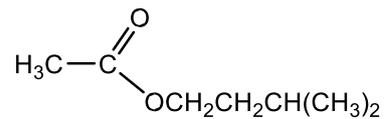
23. Produk yang akan terbentuk jika propenal dioksidasi dengan KMnO_4 pada suhu ruang adalah :

- A. $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$
- B. $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COH}$ C. $\text{CH}_2=\text{C}(\text{OH})\text{COOH}$
- D. $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$.
- E. $\text{CH}_3\text{CO} + \text{CO}_2$

24. Produk yang akan dihasilkan jika 3-metil-1-pentena direaksikan dengan Cl_2 dengan adanya sinar UV adalah :

- A. 5-kloro-3-metil-1-pentena
- B. 4-kloro-3-metil-1-pentena
- C. 3-kloro-3-metil-1-pentena
- D. 1,2-dikloro-3-metilpentana
- E. 1-kloro-3-metilpentana

25. Senyawa ester P yang berbau buah-buahan mempunyai struktur seperti berikut:



Senyawa yang dihasilkan jika P dihidrolisis dengan asam hidroklorida adalah

- A. CH_3COCl dan $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- B. CH_3CHO dan $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- C. $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ dan $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CHO}$
- D. $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ dan $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- E. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ dan $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CHO}$

B. Soal Esai

Soal 1. (23 poin)

Suatu senyawa organik hanya mengandung karbon, hidrogen dan sulfur. Sampel senyawa organik tersebut dengan massa 1,045 g dibakar dalam oksigen menghasilkan gas CO₂, H₂O dan SO₂. Gas-gas tersebut dialirkan ke dalam 500 mL larutan KMnO₄ 0,0200 M yang diasamkan, sehingga menyebabkan gas SO₂ teroksidasi menjadi spesi SO₄²⁻. Hanya sebagian dari KMnO₄ tersebut yang tereduksi menjadi Mn²⁺.

Selanjutnya, sebanyak 50 mL larutan SnCl₂ 0,0300 M ditambahkan ke dalam 50 mL larutan sebelumnya yang masih mengandung KMnO₄ yang belum tereduksi. SnCl₂ yang digunakan berlebih sehingga dapat mereduksi semua KMnO₄ yang masih tersisa menjadi Mn²⁺. Kelebihan Sn²⁺ yang masih tersisa dalam larutan kemudian dioksidasi menjadi Sn⁴⁺ dengan cara dititrasi oleh 27,28 mL larutan KMnO₄ 0,0100 M untuk mencapai titik akhir titrasi.

Kandungan gas CO₂ dan H₂O yang dihasilkan dari proses pembakaran sampel senyawa organik tersebut setelah dianalisis adalah 1,660 g CO₂ dan 0,4590 g H₂O.

a. Tuliskan persamaan reaksi yang setara untuk reaksi oksidasi gas SO₂ oleh KMnO₄.

(2 poin)

b. Tuliskan persamaan reaksi yang setara untuk reaksi dalam titrasi Sn²⁺ oleh KMnO₄.

(2 poin)

c. Hitung mol Sn²⁺ yang bereaksi dalam tahap mereduksi semua sisa KMnO₄ menjadi Mn²⁺.

(3 poin) d.

Hitung mol KMnO₄ yang bereaksi dalam tahap oksidasi gas SO₂ menjadi SO₃.

(4 poin)

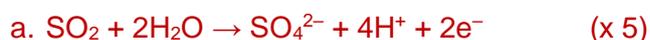
e. Hitung massa SO₂ yang dihasilkan dari reaksi pembakaran sampel senyawa organik tersebut. **(3 poin)**

f. Hitung persentase sulfur (%S) dalam sampel senyawa organik tersebut. **(3 poin)**

g. Tentukan rumus empiris senyawa organik tersebut. **(3 poin)**

Dalam analisis spektrometri massa diketahui sampel senyawa organik tersebut memiliki massa molekul 247,98. Tentukan rumus molekul senyawa tersebut.

Jawab:





- c. mol Sn^{2+} yang bereaksi dalam tahap mereduksi semua sisa KMnO_4 menjadi Mn^{2+} :
(3 poin)

$$\text{mol Sn}^{2+} = 0,02728 \text{ L MnO}_4^- \times 0,0100 \text{ mol MnO}_4^- / \text{L} = 2,728 \times 10^{-4} \text{ mol MnO}_4^-$$

$$6,82 \times 10^{-4} \text{ mol Sn}^{2+}$$

□

- d. mol KMnO_4 yang bereaksi dalam tahap oksidasi gas SO_2 menjadi SO_3 :

$$\text{mol Sn}^{2+} \text{ awal yang ditambahkan ke dalam larutan KMnO}_4 = 50 \text{ mL} \times 0,0300 \text{ M} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

$$\text{Mol Sn}^{2+} \text{ yang bereaksi dengan KMnO}_4 \text{ sisa} = \text{mol Sn}^{2+} \text{ awal} - \text{mol Sn}^{2+} \text{ jawaban (c)} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol} - 6,82 \times 10^{-4} \text{ mol} = 8,18 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Sehingga mol KMnO}_4 \text{ sisa} = 2/5 \times 8,18 \times 10^{-4} \text{ mol} = 3,27 \times 10^{-4} \text{ mol KMnO}_4$$

$$\text{KMnO}_4 \text{ sisa dalam larutan awal} = 10 \times 3,27 \times 10^{-4} \text{ mol} = 3,27 \times 10^{-3} \text{ mol KMnO}_4$$

$$\text{Mol KMnO}_4 \text{ total dalam larutan awal} = 500 \text{ mL} \times 0,0200 \text{ M} = 1 \times 10^{-2} \text{ mol KMnO}_4$$

$$\text{Mol KMnO}_4 \text{ yang bereaksi dengan SO}_2 = 1 \times 10^{-2} \text{ mol} - 3,27 \times 10^{-3} = 6,73 \times 10^{-3} \text{ mol KMnO}_4$$

(4 poin)

- e. Berdasarkan persamaan reaksi: mol SO_2 yang bereaksi dengan $\text{KMnO}_4 = 5/2 \times 6,73 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1,68 \times 10^{-2} \text{ mol SO}_2$

$$\text{Massa SO}_2 = 1,68 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 64 \text{ g/mol} = 1,0752 \text{ g SO}_2 \quad (3 \text{ poin})$$

- f. Massa Sulfur = $A_r\text{S}/M_r\text{SO}_2 \times \text{massa SO}_2 = 32/64 \times 1,68 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 64 \text{ g/mol} = 0,5376 \text{ g}$

$$\text{Persentase sulfur dalam sampel} = 0,5376 \text{ g} / 1,045 \text{ g} \times 100\% = 51,44\% \text{ S.} \quad (3 \text{ poin})$$

- g. Dari data kandungan CO_2 dan H_2O bisa ditentukan massa C dan massa H. massa C =

$$A_r\text{C}/M_r\text{CO}_2 \times \text{massa CO}_2 = 12/44 \times 1,660 \text{ g} = 0,4527 \text{ g C}$$

$$\text{massa H} = 2 \times A_r\text{H}/M_r\text{H}_2\text{O} \times \text{massa H}_2\text{O} = 2/18 \times 0,4590 \text{ g} = 0,0510 \text{ g H}$$

$$\text{massa S (dari jawaban f)} = 0,5377 \text{ g mol C}$$

$$= 0,4527 \text{ g} : 12 \text{ g/mol} = 0,0376 \text{ mol} \quad \text{mol H} = 0,0510 \text{ g} : 1 \text{ g/mol} = 0,0510 \text{ mol}$$

$$\text{mol S} = 0,5376 \text{ g} : 32 \text{ g/mol} = 0,0168 \text{ mol}$$

Dibagi dengan mol terkecil, maka rasio C:H:S = 2,23:3,03:1

Jika semua dikalikan 4 = 8,92 : 12,12 : 4 ~ 9 : 12 : 4

Maka rumus empirisnya menjadi $C_9H_{12}S_4$

(3 poin)

h. $(C_9H_{12}S_4)_n = 247,98 \rightarrow 248n = 247,98 \rightarrow n = 1$

maka rumus molekul senyawa organik tersebut adalah $(C_9H_{12}S_4)_1 = C_9H_{12}S_4$ (3 poin)

Soal 2. (26 poin)

Kalium superoksida, barium peroksida dan titanium dioksida adalah oksida yang memiliki rumus empiris yang sama, yaitu setiap atom logam bergabung dengan 2 atom oksigen.

- a. Tuliskan rumus oksigen yang ada pada titanium dioksida, gambarkan struktur Lewisnya dan tentukan bilangan oksidasi titan pada senyawa tersebut. (4 poin) **Jawab:**

oksida, O^{2-} , (1 poin)



bilangan oksidasi Ti = 4 (1 poin)

- b. Tuliskan rumus oksigen yang ada pada barium peroksida, gambarkan struktur Lewisnya dan jelaskan ikatan yang terbentuk di antara kedua atom oksigen.

(5 poin)

Jawab :

Peroksida, O_2^{2-} ; (1 poin)



ikatan tunggal kovalen O-O (1 poin)

- c. Tuliskan rumus oksigen yang terdapat pada kalium superoksida, hitung jumlah elektron terluar yang terdapat pada oksigen dalam kalium superoksida dan gambarkan struktur Lewis serta resonansinya.

(6 poin)

Jawab:

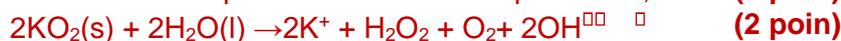
super oksida, O_2^- ; (1 poin)



ada 2 struktur resonansi (1 poin)

- d. Dari ketiga senyawa tersebut, oksida mana yang dapat larut dalam air? Tuliskan persamaan reaksinya dan jelaskan pH larutan yang dihasilkan. (6 poin) **Jawab:**

Larut: Kalium superoksida dan barium peroksida, (1 poin)



Keduanya menghasilkan larutan basa $pH > 7$ (1 poin)

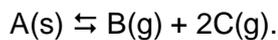
- e. Jika 7,39 kg Titanium dioksida bereaksi dengan karbon berlebih dan gas klorin membentuk 14,24 kg titanium tetraklorida. Tuliskan persamaan reaksinya dan hitung persen rendemen hasil sintesis tersebut. **(5 poin) Jawab:**



$$\text{Rendemen} = \left[\frac{14,24}{189,88} / \frac{7,39}{79,88} \right] \times 100\% = 81,09\% \quad \text{(3 poin)}$$

Soal 3 (12 poin)

Suatu padatan A dipanaskan dalam wadah tertutup. Pada suhu T , padatan A tersebut terurai membentuk gas B dan gas C. Penguraian A tersebut mencapai keadaan kesetimbangan pada saat perbandingan molar B : molar C = 1 : 2, menurut persamaan :



- a. (i) Tuliskan persamaan tetapan kesetimbangan, K_p dalam tekanan gas parsial. **(2 poin)**
 (ii) Jelaskan dengan singkat mengapa persamaan ini tidak melibatkan A. **(3 poin)**
- b. Tekanan kesetimbangan untuk sistem di atas pada suhu T adalah 3×10^3 kPa.
 (i) Hitung tekanan parsial masing-masing komponen. **(4 poin)**
 (ii) Tentukan nilai K_p lengkap dengan satuannya. **(3 poin) Jawab:**

(a) (i) $K_p = p_B \times p_C^2$.

(ii) A adalah dalam bentuk padatan. Padatan tidak ikut dalam pernyataan kesetimbangan, tekanan uapnya jenuh adalah konstan pada suhu tersebut.

(b) (i) tekanan kesetimbangan = $p_B + p_C$.

Tetapi, $p_C = 2p_B$.

Maka: $(3 \times 10^3) \times 10^3 = p_B + 2 p_B = 3 p_B$

$p_B = 10^6$ Pa **(2 poin)** $p_C =$

2×10^6 Pa **(2 poin)**

(ii) $K_p = p_B \times p_C^2 = 10^6 \times (2 \times 10^6)^2 = 4 \times 10^{16}$ Pa³. **(3 poin)**

Soal 4 (20 poin)

Tersedia 5 buah botol berlabel A, B, C, D dan E masing-masing berisi garam tunggal berupa padatan berwarna putih. Semua padatan tersebut mengandung unsur-unsur golongan utama (non-transisi). Semua zat tersebut dapat larut dalam air menghasilkan larutan jernih tidak berwarna.

Dari percobaan yang dilakukan, diperoleh data berikut ini:

Larutan E dapat mengubah warna lakmus biru menjadi merah, larutan D dapat mengubah warna lakmus merah menjadi biru.

Larutan A bereaksi dengan larutan E membentuk endapan putih yang sangat halus.

Larutan A bereaksi dengan larutan B membentuk endapan berwarna putih yang larut dalam air panas.

Larutan B bereaksi dengan larutan C membentuk endapan kuning.

Larutan B bereaksi dengan larutan D membentuk endapan berwarna hitam.

Larutan C dicampur dengan larutan D dan larutan E tidak menghasilkan endapan

Padatan E bereaksi dengan basa kuat membentuk gas yang berbau khas dan mengubah lakmus merah basah menjadi biru.

Test nyala untuk larutan C dan D menunjukkan warna kuning

Dari data tersebut, perkirakan senyawa kimia yang mungkin dari senyawa A, B, C, D dan E. Buktikan dengan persamaan reaksi selengkapnya. **(20 poin)**

JAWAB:

- Larutan E: lakmus biru menjadi merah (bersifat asam), hidrolisis kation lemah \rightarrow Anion kuat (tidak terhidrolisis) \rightarrow kation E = (NH_4^+)
- Larutan A + larutan E \rightarrow endapan putih halus BaSO_4 , bukan $\text{AgCl} \rightarrow \text{Ag}^+$ = logam transisi. \rightarrow Kation A = Ba^{2+} , anion E = SO_4^{2-}
- Larutan A + larutan B \rightarrow endapan putih larut dalam air panas PbCl_2 . Anion A = Cl^- dan Kation B = Pb^{2+} .
- Larutan B + Larutan C \rightarrow endapan kuning, kemungkinan PbI_2 , dan bukan AgI (Ag = logam transisi). \rightarrow kation B = Pb^{2+} , Anion C = I^-
- Larutan B + larutan D \rightarrow endapan hitam \rightarrow kemungkinan garam sulfida, tetapi bukan kation logam transisi. Kation B = Pb^{2+} , anion D = S^{2-}
- Larutan C + Larutan D + larutan E \rightarrow tidak ada endapan, tetap berupa larutan \rightarrow kation Gol IA, Na^+ (nyala kuning) atau dan NH_4^+ bukan K^+
- Padat E + $\text{OH}^- \rightarrow$ gas bersifat basa (kemungkinan NH_3) \rightarrow kation E = NH_4^+
- Test nyala C dan D \rightarrow nyala kuning (Na) \rightarrow Kation C dan D = Na^+

A = BaCl_2 \square $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \square \text{BaSO}_4(\text{s})$ putih halus

B = $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ \square $\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) \square \text{PbCl}_2(\text{s})$ larut dalam air panas

C = NaI \square $\text{I}^-(\text{aq}) + \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) \square \text{PbI}_2(\text{s})$, kuning

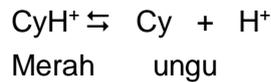
D = Na_2S \square $\text{S}^{2-}(\text{aq}) + \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) \square \text{PbS}(\text{s})$, hitam

E = $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ \square larutan bersifat asam,

$\square \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \square \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3(\text{g})$ lakmus merah menjadi biru

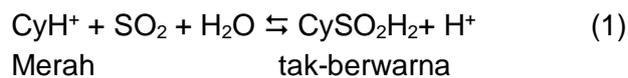
Soal 5. (22 poin)

Cyanidin (Cy) adalah pigmen organik alamiah yang terdapat dalam buah *blackberry*, *redberry*, anggur, ceri, dan lain lain. Cyanidin mempunyai warna ungu kemerah-merahan, dan dapat berubah warna seiring dengan perubahan pH. Dalam larutan, pada pH rendah, cyanidin (Cy) berada sebagai CyH^+ , yang berwarna merah, sedangkan pada pH tinggi berada sebagai Cy yang berwarna ungu.



- a. Tuliskan persamaan untuk tetapan disosiasi asam, K_a dari CyH^+ . **(2 poin)**
- b. Dalam suatu buffer pH = 5,00, rasio dari bentuk merah ke bentuk ungu adalah 1 : 5. Hitunglah nilai K_a . **(4 poin)**
- c. Hitunglah rasio bentuk merah terhadap bentuk ungu dalam buffer jus buah pada pH = 3,00, dan perkirakanlah warnanya. **(5 poin)**

Jus buah sering diawetkan dengan penambahan sedikit sulfur dioksida yang mengakibatkan terjadinya reaksi, dan menghasilkan senyawa tambahan yang tidak berwarna. Untuk perubahan warna merah menjadi tidak berwarna digambarkan dengan reaksi berikut:



Bila sulfur dioksida secukupnya ditambahkan ke buffer jus buah pada pH = 3,00 menghasilkan konsentrasi kesetimbangan, $[\text{SO}_2]$, $1,0 \times 10^{-2}$ M, dan intensitas warna merah berkurang sepersepuluh dari nilai intensitas awalnya.

- d. Tuliskan persamaan tetapan kesetimbangan reaksi (1) dan pakailah data yang tersedia untuk menghitung nilainya. **(11 poin)**

JAWAB :

a.
$$K_a = \frac{[\text{Cy}][\text{H}^+]}{[\text{CyH}^+]} \quad (2 \text{ poin})$$

b.
$$\text{pH} = -\log \text{H}^+ = 5,00 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad (2 \text{ poin})$$

$$\frac{[\text{Cy}][\text{H}^+]}{[\text{CyH}^+]} = \frac{5}{1} = 5$$

$$\square K_a = 5 \times [\text{H}^+] = 5 \times 10^{-5} \quad (2 \text{ poin})$$

c.
$$\text{pH} = 3,00 \square [\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

karena: $K_a = \frac{[Cy][H^+]}{[CyH^+]}$
 maka: $5 \times 10^{-5} = \frac{[Cy][10^{-3}]}{[CyH^+]}$ (2 poin)

$$\square \frac{[Cy]}{[CyH^+]} = 5 \times 10^{-2}$$

$$\square \frac{[CyH^+]}{[Cy]} = 20$$

Atau $\frac{\text{merah}}{\text{ungu}} = 20$ (3 poin)

Rasio dari bentuk **merah** terhadap bentuk **ungu** adalah 20 : 1. Maka, juice buah dibuffer pada pH = 3,00 berwarna merah.

d. $K = \frac{[CySO_2H_2][H^+]}{[CyH^+][SO_2]}$

Misal a = konsentrasi awal CyH^+

$$\square K = \frac{[CySO_2H_2][H^+]}{[CyH^+][SO_2]}$$

Maka: Pada kesetimbangan $[CyH^+] = 1/10 a$ $[CySO_2H_2] = 9/10 a$

$$\square K = \frac{\left[\frac{9}{10}a\right][10^{-3}]}{\left[\frac{1}{10}a\right][10 \times 10^{-2}]} = 0,9$$

K = 0,9 (4 poin)