



Chemipedia

PAKET UJIAN • EDISI GURU

Chemipedia

Kimia Itu Asyik!

6 paket ujian siap pakai, dari IPA kimia SMP sampai tantangan olimpiade, lengkap dengan kisi-kisi, kunci, dan pembahasan.



dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD

Editor: Abdullah Hanif Hidayat

Didukung oleh Aurumgen Academy

Edisi 1 • 2026 • Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia

Tentang paket ujian edisi guru

Paket	Cakupan	Level	Soal	Waktu
Paket A · IPA Kimia SMP	Fase D: materi & perubahannya, pemisahan campuran, atom, unsur-senyawa, reaksi, asam-basa	Lv 1, Lv 2	25	75 menit
Paket B · Kimia Kelas X	Fase E: struktur atom, tabel periodik, ikatan, tata nama, hukum dasar, stoikiometri, kimia hijau	Lv 2, Lv 3	24	90 menit
Paket C · Kimia Kelas XI–XII	Fase F: bentuk molekul, termokimia, laju, kesetimbangan, larutan, asam-basa, redoks, elektrokimia, organik	Lv 3	23	120 menit
Paket D · Gaya IGCSE Chemistry	States of matter, atoms & bonding, stoichiometry, electrochemistry, energetics, rates, acids & salts, metals, organic, analysis	Lv 4	20	120 menit
Paket E · Persiapan TKA/UTBK Kimia	Stoikiometri, struktur atom & ikatan, termokimia, laju & kesetimbangan, larutan, redoks, organik	Lv 3, Lv 4	25	75 menit
Paket F · Tantangan Olimpiade Kimia (OSN)	Stoikiometri lanjut, struktur, termodinamika, kinetika, kesetimbangan ionik, elektrokimia, organik, spektroskopi	Lv 5, Lv 6	15	150 menit

Level kognitif mengikuti kerangka asesmen nasional: L1 Pemahaman, L2 Aplikasi, L3 Penalaran. Soal diambil dari bank soal Chemipedia secara merata lintas bab.

Chemipedia · Kimia Itu Asyik! Edisi 1 (2026).

Penulis: **dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD**

Editor: **Abdullah Hanif Hidayat**

Didukung oleh Aurumgen Academy.

© 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dokumen ini boleh dicetak dan diperbanyak untuk keperluan pembelajaran nonkomersial dengan tetap mencantumkan sumber.

Semua soal dan LKPD adalah karya asli. Label "gaya IGCSE", "gaya IB", dan "gaya olimpiade" menunjukkan tingkat dan format, bukan salinan soal resmi. Disusun selaras dengan Capaian Pembelajaran 2025 (Keputusan Kepala BSKAP No. 046/H/KR/2025) dan pendekatan Pembelajaran Mendalam.

Versi interaktif dengan komik bergerak, Rumus Hidup, Grafik Hidup, Lab Mini, Adu Cepat, dan latihan berskor:
aurumgen.my.id/chemipedia

Daftar isi

A	IPA Kimia SMP — Fase D: materi & perubahannya, pemisahan campuran, atom, unsur-senyawa, reaksi, asam-basa	5
B	Kimia Kelas X — Fase E: struktur atom, tabel periodik, ikatan, tata nama, hukum dasar, stoikiometri, kimia hijau	14
C	Kimia Kelas XI–XII — Fase F: bentuk molekul, termokimia, laju, kesetimbangan, larutan, asam-basa, redoks, elektrokimia, organik	24
D	Gaya IGCSE Chemistry — States of matter, atoms & bonding, stoichiometry, electrochemistry, energetics, rates, acids & salts, metals, organic, analysis	34
E	Persiapan TKA/UTBK Kimia — Stoikiometri, struktur atom & ikatan, termokimia, laju & kesetimbangan, larutan, redoks, organik	43
F	Tantangan Olimpiade Kimia (OSN) — Stoikiometri lanjut, struktur, termodinamika, kinetika, kesetimbangan ionik, elektrokimia, organik, spektroskopi	52

Mata pelajaran: Kimia

Jumlah soal: 25

Waktu: 75 menit

Level: Lv 1 Pemula, Lv 2 Penjelajah

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 1 . Piktogram GHS	Peserta didik dapat mengidentifikasi piktogram ghs (Bab 1: Kimia Ada di Mana-mana).	L1 . Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	A
2	Bab 2 . Materi	Peserta didik dapat mengidentifikasi materi (Bab 2: Materi, Wujud & Perubahannya).	L1 . Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	C
3	Bab 3 . Residu dan filtrat	Peserta didik dapat mengidentifikasi residu dan filtrat (Bab 3: Campuran & Teknik Pemisahan).	L1 . Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	A
4	Bab 4 . Massa jenis	Peserta didik dapat mengidentifikasi massa jenis (Bab 4: Pengukuran dalam Kimia).	L1 . Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	A
5	Bab 5 . Percobaan Rutherford	Peserta didik dapat mengidentifikasi percobaan rutherford (Bab 5: Perjalanan Model Atom).	L1 . Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	A
6	Bab 8 . Unsur golongan	Peserta didik dapat mengidentifikasi unsur golongan (Bab 8: Tabel Periodik & Sifat Keperiodikan).	L1 . Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	D

7	Bab 16 · Kekekalan massa	Peserta didik dapat mengidentifikasi kekekalan massa (Bab 16: Persamaan Reaksi & Hukum Dasar Kimia).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	C
8	Bab 26 · Skala pH	Peserta didik dapat mengidentifikasi skala pH (Bab 26: Asam & Basa).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	D
9	Bab 1 · Variabel percobaan	Peserta didik dapat menjelaskan variabel percobaan (Bab 1: Kimia Ada di Mana-mana).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	D
10	Bab 3 · Memilih teknik pemisahan	Peserta didik dapat menjelaskan memilih teknik pemisahan (Bab 3: Campuran & Teknik Pemisahan).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	D
11	Bab 8 · Letak unsur dari konfigurasi	Peserta didik dapat menjelaskan letak unsur dari konfigurasi (Bab 8: Tabel Periodik & Sifat Keperiodikan).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	B
12	Bab 8 · Tren jari-jari atom	Peserta didik dapat menjelaskan tren jari-jari atom (Bab 8: Tabel Periodik & Sifat Keperiodikan).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	D
13	Bab 16 · Indeks dan koefisien	Peserta didik dapat menjelaskan indeks dan koefisien (Bab 16: Persamaan Reaksi & Hukum Dasar Kimia).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	C
14	Bab 17 · Mol atom dalam molekul	Peserta didik dapat menjelaskan mol atom dalam molekul (Bab 17: Konsep Mol).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	A

15	Bab 2 · Kalor lebur	Peserta didik dapat menghitung kalor lebur (Bab 2: Materi, Wujud & Perubahannya).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	6.680 J
16	Bab 3 · Nilai Rf	Peserta didik dapat menghitung nilai rf (Bab 3: Campuran & Teknik Pemisahan).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	0,6
17	Bab 4 · Suhu kelvin	Peserta didik dapat menghitung suhu kelvin (Bab 4: Pengukuran dalam Kimia).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	300,15 K
18	Bab 5 · Hukum perbandingan tetap	Peserta didik dapat menghitung hukum perbandingan tetap (Bab 5: Perjalanan Model Atom).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	24 g
19	Bab 10 · Rumus dari muatan ion	Peserta didik dapat menuliskan rumus/nama rumus dari muatan ion (Bab 10: Ikatan Ion).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian rumus/nama	Al_2O_3
20	Bab 10 · Jumlah elektron yang berpindah	Peserta didik dapat menghitung jumlah elektron yang berpindah (Bab 10: Ikatan Ion).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	6 elektron
21	Bab 16 · Hukum Lavoisier	Peserta didik dapat menghitung hukum lavoisier (Bab 16: Persamaan Reaksi & Hukum Dasar Kimia).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	8,8 g
22	Bab 17 · Volume molar gas	Peserta didik dapat menghitung volume molar gas (Bab 17: Konsep Mol).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	44,8 L
23	Bab 23 · Persen massa	Peserta didik dapat menghitung persen massa (Bab 23: Larutan & Konsentrasi).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	10 %

24	Bab 23 · Persen b/v	Peserta didik dapat menghitung persen b/v (Bab 23: Larutan & Konsentrasi).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	4,5 g
25	Bab 26 · Pasangan konjugat	Peserta didik dapat menuliskan rumus/nama pasangan konjugat (Bab 26: Asam & Basa).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian rumus/nama	NH_4^+

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 1 · Lv 1 · Pemula · Pilihan ganda · Piktogram GHS · 01-1-03

Botol spiritus diberi piktogram bahaya seperti gambar. Artinya ...



- A. Zat mudah menyala
- B. Zat beracun walau sedikit
- C. Zat merusak kulit dan logam
- D. Zat berbahaya bagi ikan

Kunci: A

Pembahasan: Piktogram nyala api (tanpa lingkaran di bawahnya) berarti **mudah menyala**. Spiritus mudah menguap dan uapnya mudah terbakar, jadi jauhkan dari api, kompor, dan panas. Bila nyala api berada di atas lingkaran, artinya oksidator.

2. Bab 2 · Lv 1 · Pemula · Pilihan ganda · Materi · 02-1-01

Manakah di antara berikut yang **bukan** materi?

- A. Udara di dalam balon
- B. Air di dalam gelas
- C. Cahaya lampu senter
- D. Asap dari pembakaran sampah

Kunci: C

Pembahasan: Materi mempunyai massa dan menempati ruang. Udara, air, dan asap (butiran jelaga dan gas) semuanya materi. Cahaya adalah energi: tidak bermassa dan tidak menempati ruang.

3. Bab 3 · Lv 1 · Pemula · Pilihan ganda · Residu dan filtrat · 03-1-03

Saat menyaring air kopi tubruk, ampas kopi yang tertinggal di kertas saring disebut ...

- A. residu
- B. filtrat
- C. destilat
- D. pelarut

Kunci: A

Pembahasan: Zat padat yang tertahan di kertas saring disebut **residu**. Cairan yang lolos (air kopi) disebut **filtrat**. Destilat adalah cairan hasil distilasi.

4. Bab 4 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Massa jenis • 04-1-04

Sebutir kelereng tenggelam di dalam air. Artinya, massa jenis kelereng ...

- A. lebih besar daripada massa jenis air
- B. lebih kecil daripada massa jenis air
- C. sama dengan nol
- D. bergantung pada bentuk gelasny

Kunci: A

Pembahasan: Benda tenggelam bila massa jenisnya lebih besar daripada massa jenis cairan, dan mengapung bila lebih kecil. Kelereng kaca ($\pm 2,5 \text{ g/cm}^3$) lebih rapat daripada air ($1,00 \text{ g/cm}^3$). Bentuk wadah tidak berpengaruh.

5. Bab 5 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Percobaan Rutherford • 05-1-03

Dalam percobaan Rutherford, hampir semua partikel alfa menembus lembaran emas tanpa dibelokkan. Pengamatan ini menunjukkan bahwa ...

- A. sebagian besar atom berupa ruang kosong
- B. atom emas sangat lunak
- C. partikel alfa tidak bermuatan
- D. elektron menarik partikel alfa

Kunci: A

Pembahasan: Partikel α hanya bisa lewat lurus bila hampir tidak menemui apa pun. Jadi sebagian besar volume atom adalah ruang kosong; massa dan muatan positifnya terpusat di inti yang sangat kecil.

6. Bab 8 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Unsur segolongan • 08-1-03

Unsur yang segolongan dengan natrium (Na) adalah ...

- | | |
|-------|-------|
| A. Mg | C. Ne |
| B. Cl | D. K |

Kunci: D

Pembahasan: Natrium dan kalium sama-sama logam alkali (golongan 1) dengan satu elektron valensi. Mg memang bersebelahan dengan Na, tetapi seperiode, bukan segolongan.

7. Bab 16 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Kekekalan massa • 16-1-03

Kayu yang dibakar meninggalkan abu yang jauh lebih ringan. Pernyataan yang paling tepat adalah ...

- A. Sebagian massa kayu dimusnahkan oleh api.
- B. Kayu hanya kehilangan air yang dikandungnya.
- C. Sebagian besar massa berubah menjadi gas (CO_2 dan uap air) yang terbang ke udara.
- D. Abu lebih ringan karena atom-atomnya mengecil.

Kunci: C

Pembahasan: Atom tidak musnah dan tidak mengecil. Kayu bereaksi dengan oksigen menjadi gas CO_2 dan uap air yang tak terlihat dan kabur ke udara. Pembakaran terjadi di sistem terbuka, sehingga timbangan hanya melihat abunya.

Pada 25 °C, larutan yang ber-pH 3 bersifat ...

- | | |
|---------------|--------------|
| A. netral | C. basa kuat |
| B. basa lemah | D. asam |

Kunci: D

Pembahasan: Pada 25 °C, pH kurang dari 7 berarti asam, pH 7 netral, dan pH lebih dari 7 basa. pH 3 berarti $[H^+] = 10^{-3}$ M, sepuluh ribu kali lebih besar daripada di air murni.

Bima menguji pengaruh pengadukan terhadap kecepatan gula larut. Variabel **terikatnya** adalah ...

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| A. Pengadukan (diaduk atau tidak) | C. Jenis gula |
| B. Suhu air | D. Waktu sampai gula larut sempurna |

Kunci: D

Pembahasan: Variabel terikat adalah yang **diukur** sebagai hasil: waktu sampai gula larut. Pengadukan adalah variabel bebas (yang diubah), sedangkan suhu air dan jenis gula adalah variabel kontrol (dijaga sama).

Aseton (titik didih 56 °C) bercampur sempurna dengan air (titik didih 100 °C). Teknik yang paling tepat untuk memisahkan keduanya adalah ...

- | | |
|-----------------|-----------------|
| A. penyaringan | C. sentrifugasi |
| B. corong pisah | D. distilasi |

Kunci: D

Pembahasan: Aseton dan air bercampur sempurna (homogen), jadi tidak bisa disaring, dipisah dengan corong pisah, atau disentrifugasi. Titik didihnya berbeda jauh (44 °C), sehingga **distilasi** memisahkannya: aseton tersuling lebih dulu.

Unsur X memiliki konfigurasi elektron 2, 8, 6. Dalam tabel periodik, X terletak pada ...

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| A. periode 2, golongan 16 | C. periode 3, golongan 6 |
| B. periode 3, golongan 16 | D. periode 6, golongan 3 |

Kunci: B

Pembahasan: Tiga kulit → periode 3. Enam elektron valensi pada unsur blok p → golongan $10 + 6 = 16$ (VIA). X adalah belerang. Golongan 6 adalah jebakan: itu kolom logam transisi (kromium).

Urutan jari-jari atom yang benar adalah ...

- | | |
|------------------|------------------|
| A. $Rb < K < Na$ | C. $Na < Rb < K$ |
| B. $K < Na < Rb$ | D. $Na < K < Rb$ |

Kunci: D

Pembahasan: Na, K, dan Rb segolongan (golongan 1). Dari atas ke bawah jumlah kulit bertambah, sehingga jari-jari membesar: Na (periode 3) < K (periode 4) < Rb (periode 5).

Bima menyetarakan $\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ dengan mengubah rumus air menjadi H_2O_2 . Mengapa cara itu salah?

- A. Karena persamaan $\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2$ tidak setara.
- B. Karena koefisien tidak boleh lebih dari 2.
- C. Karena mengubah indeks berarti mengganti zatnya; H_2O_2 adalah hidrogen peroksida, bukan air.
- D. Cara itu benar karena jumlah atom O di kedua ruas sudah sama.

Kunci: C

Pembahasan: Persamaan $\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2$ memang setara, tetapi menggambarkan reaksi lain! Indeks adalah bagian dari identitas zat. Untuk menyetarakan, hanya koefisien yang boleh diubah: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.

Dalam 1 mol air, H_2O , terdapat berapa mol atom hidrogen?

- A. 2 mol
- B. 1 mol
- C. 0,5 mol
- D. 3 mol

Kunci: A

Pembahasan: Setiap molekul H_2O mengandung 2 atom H. Jadi 1 mol molekul air mengandung 2 mol atom H (dan 1 mol atom O, total 3 mol atom).

Hitung kalor yang dibutuhkan untuk meleburkan 20 g es bersuhu 0°C menjadi air 0°C . (Kalor lebur es = 334 J/g)

Jawaban: J

Kunci: 6.680 J

Pembahasan: Suhunya tetap, jadi pakai kalor laten.

$$Q = m \times L = 20 \times 334 = 6.680 \text{ J (6,68 kJ).}$$

Pada kromatografi kertas, sebuah noda bergerak 3,6 cm dari garis start, sedangkan garis depan pelarut 6,0 cm dari garis start. Hitung R_f noda itu.

Jawaban:

Kunci: 0,6

Pembahasan: $R_f = \frac{\text{jarak noda}}{\text{jarak pelarut}} = \frac{3,6}{6,0} = 0,60.$

Cek: nilainya di antara 0 dan 1 ✓

Suhu ruang kelas 27°C . Nyatakan suhu itu dalam kelvin.

Jawaban: K

Kunci: 300,15 K

Pembahasan: $T = t + 273,15 = 27 + 273,15 = 300,15 \text{ K}$, sering dibulatkan menjadi 300 K. Ingat: kelvin ditulis tanpa tanda derajat.

18. Bab 5 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Hukum perbandingan tetap • 05-2-03

Air selalu mengandung hidrogen dan oksigen dengan perbandingan massa 1 : 8. Berapa gram oksigen yang tepat bereaksi dengan 3 g hidrogen?

Jawaban: g

Kunci: 24 g

Pembahasan: Massa O = 8 × massa H = 8 × 3 g = 24 g.

Air yang terbentuk = 3 + 24 = 27 g (hukum kekekalan massa).

19. Bab 10 • Lv 2 • Penjelajah • Isian rumus/nama • Rumus dari muatan ion • 10-2-01

Tuliskan rumus senyawa ion yang terbentuk dari ion Al^{3+} dan ion O^{2-} .

Jawaban:

Kunci: Al_2O_3

Pembahasan: Silang muatan: muatan 3 menjadi indeks O, muatan 2 menjadi indeks Al, sehingga diperoleh Al_2O_3 .

Cek: $2 \times (+3) + 3 \times (-2) = +6 - 6 = 0$ ✓.

20. Bab 10 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Jumlah elektron yang berpindah • 10-2-03

Berapa elektron yang berpindah dari atom-atom aluminium ke atom-atom oksigen untuk membentuk satu satuan rumus Al_2O_3 ?

Jawaban: elektron

Kunci: 6 elektron

Pembahasan: Setiap atom Al melepas 3 elektron dan ada 2 atom Al: $2 \times 3 = 6$ elektron.

Cek dari sisi oksigen: setiap atom O menerima 2 elektron dan ada 3 atom O: $3 \times 2 = 6$ elektron ✓. Jumlah elektron yang dilepas selalu sama dengan yang diterima.

21. Bab 16 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Hukum Lavoisier • 16-2-02

Sebanyak 5,6 g serbuk besi dipanaskan bersama 3,2 g belerang. Keduanya bereaksi habis membentuk besi(II) sulfida. Berapa gram besi(II) sulfida yang terbentuk?

Jawaban: g

Kunci: 8,8 g

Pembahasan: Keduanya habis bereaksi, jadi menurut hukum kekekalan massa: $m_{\text{FeS}} = 5,6 + 3,2 = 8,8$ g.

Cek perbandingan: $5,6 : 3,2 = 7 : 4$, sesuai perbandingan tetap Fe : S.

22. Bab 17 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Volume molar gas • 17-2-03

Berapa liter volume 2 mol gas oksigen pada STP (0 °C, 1 atm)?

Jawaban: L

Kunci: 44,8 L

Pembahasan: Pada STP, 1 mol gas = 22,4 L.

$V = n \times 22,4 = 2 \times 22,4 = 44,8$ L.

23. Bab 23 · Lv 2 · Penjelajah · Isian · Persen massa · 23-2-01

Sebanyak 20 g gula pasir dilarutkan dalam 180 g air. Hitung persen massa gula dalam larutan itu.

Jawaban: %

Kunci: 10 %

Pembahasan: Massa larutan = 20 + 180 = 200 g.

$$\% \text{ massa} = \frac{20}{200} \times 100\% = 10\%.$$

Hati-hati: penyebutnya massa **larutan**, bukan massa air (20/180 = 11,1% keliru).

24. Bab 23 · Lv 2 · Penjelajah · Isian · Persen b/v · 23-2-03

Cairan infus NaCl 0,9% (b/v) berisi 0,9 g NaCl dalam setiap 100 mL larutan. Berapa gram NaCl terdapat dalam satu kantong infus 500 mL?

Jawaban: g

Kunci: 4,5 g

Pembahasan: 0,9 g per 100 mL, jadi untuk 500 mL: $0,9 \times \frac{500}{100} = 4,5$ g NaCl, kurang dari satu sendok teh garam.

25. Bab 26 · Lv 2 · Penjelajah · Isian rumus/nama · Pasangan konjugat · 26-2-04

Tuliskan rumus asam konjugat dari amonia, NH_3 .

Jawaban:

Kunci: NH_4^+

Pembahasan: Asam konjugat = basa yang sudah menerima satu H^+ : $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \longrightarrow \text{NH}_4^+$ (ion amonium).

Muatannya naik satu, dari 0 menjadi +1.

Mata pelajaran: Kimia Jumlah soal: 24 Waktu: 90 menit Level: Lv 2 Penjelajah, Lv 3 Pejuang

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 5 · Urutan model atom	Peserta didik dapat menjelaskan urutan model atom (Bab 5: Perjalanan Model Atom).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	B
2	Bab 7 · Subkulit dan orbital	Peserta didik dapat menjelaskan subkulit dan orbital (Bab 7: Konfigurasi Elektron & Bilangan Kuantum).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	D
3	Bab 10 · Ion isoelektronik	Peserta didik dapat menjelaskan ion isoelektronik (Bab 10: Ikatan Ion).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	B
4	Bab 11 · PEI dan PEB	Peserta didik dapat menjelaskan pei dan peb (Bab 11: Ikatan Kovalen & Struktur Lewis).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	A
5	Bab 18 · Perbandingan volume gas	Peserta didik dapat menjelaskan perbandingan volume gas (Bab 18: Stoikiometri Reaksi).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	B
6	Bab 38 · ISPU	Peserta didik dapat menjelaskan ispu (Bab 38: Kimia Lingkungan & Kimia Hijau).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	C

7	Bab 5 · Kelemahan model Rutherford	Peserta didik dapat menganalisis kelemahan model rutherford (Bab 5: Perjalanan Model Atom).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	A
8	Bab 7 · Bilangan kuantum	Peserta didik dapat menganalisis bilangan kuantum (Bab 7: Konfigurasi Elektron & Bilangan Kuantum).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	B
9	Bab 8 · Anomali energi ionisasi	Peserta didik dapat menganalisis anomali energi ionisasi (Bab 8: Tabel Periodik & Sifat Keperiodikan).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
10	Bab 10 · Meramalkan rumus dan jenis ikatan	Peserta didik dapat menganalisis meramalkan rumus dan jenis ikatan (Bab 10: Ikatan Ion).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	A
11	Bab 16 · Hukum Dalton	Peserta didik dapat menganalisis hukum dalton (Bab 16: Persamaan Reaksi & Hukum Dasar Kimia).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	B
12	Bab 38 · Kesadahan	Peserta didik dapat menganalisis kesadahan (Bab 38: Kimia Lingkungan & Kimia Hijau).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	A
13	Bab 5 · Energi tingkat Bohr	Peserta didik dapat menghitung energi tingkat bohr (Bab 5: Perjalanan Model Atom).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	-3,4 eV
14	Bab 6 · Ar rata-rata berbobot	Peserta didik dapat menghitung ar rata-rata berbobot (Bab 6: Partikel Atom, Isotop & Massa Atom).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	69,8

15	Bab 8 · Halogen	Peserta didik dapat menuliskan rumus/nama halogen (Bab 8: Tabel Periodik & Sifat Keperiodikan).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian rumus/nama	Br
16	Bab 15 · Rumus basa	Peserta didik dapat menuliskan rumus/nama rumus basa (Bab 15: Bahasa Kimia: Rumus & Tata Nama).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian rumus/nama	Ca(OH) ₂
17	Bab 17 · Volume molar gas	Peserta didik dapat menghitung volume molar gas (Bab 17: Konsep Mol).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	44,8 L
18	Bab 6 · Ar dari massa isotop	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis ar dari massa isotop (Bab 6: Partikel Atom, Isotop & Massa Atom).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	63,55
19	Bab 6 · Ar dan satuan massa atom	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis ar dan satuan massa atom (Bab 6: Partikel Atom, Isotop & Massa Atom).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	24
20	Bab 11 · Struktur Lewis	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis struktur lewis (Bab 11: Ikatan Kovalen & Struktur Lewis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	4 pasang
21	Bab 15 · Rumus senyawa poliatom	Peserta didik dapat menentukan rumus/nama rumus senyawa poliatom (Bab 15: Bahasa Kimia: Rumus & Tata Nama).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian rumus/nama	(NH ₄) ₃ PO ₄

22	Bab 16 · Menyetarakan reaksi	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis menyetarakan reaksi (Bab 16: Persamaan Reaksi & Hukum Dasar Kimia).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	13
23	Bab 17 · Komposisi persen	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis komposisi persen (Bab 17: Konsep Mol).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	46,67 %
24	Bab 18 · Stoikiometri larutan	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis stoikiometri larutan (Bab 18: Stoikiometri Reaksi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	100 mL

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 5 · Lv 2 · Penjelajah · Pilihan ganda · Urutan model atom · 05-2-02

Urutan model atom dari yang paling awal sampai yang paling baru adalah ...

- A. Thomson – Dalton – Bohr – Rutherford
- B. Dalton – Thomson – Rutherford – Bohr
- C. Dalton – Rutherford – Thomson – Bohr
- D. Bohr – Rutherford – Thomson – Dalton

Kunci: B

Pembahasan: Dalton (1803–1808) → Thomson (1897/1904) → Rutherford (1911) → Bohr (1913), lalu mekanika kuantum (1926). Jembatan keledai: "Dia Tidak Rela Bagi Kue".

2. Bab 7 · Lv 2 · Penjelajah · Pilihan ganda · Subkulit dan orbital · 07-2-03

Subkulit d terdiri atas ... orbital dan dapat menampung paling banyak ... elektron.

- A. 3 orbital, 6 elektron
- B. 5 orbital, 5 elektron
- C. 7 orbital, 14 elektron
- D. 5 orbital, 10 elektron

Kunci: D

Pembahasan: Untuk subkulit d, $l = 2$, sehingga jumlah orbital $= 2l + 1 = 5$. Setiap orbital memuat 2 elektron, jadi $5 \times 2 = 10$ elektron. Pilihan "5 orbital, 5 elektron" lupa bahwa satu orbital memuat dua elektron; 3 orbital milik p dan 7 orbital milik f.

3. Bab 10 • Lv 2 • Penjelajah • Pilihan ganda • Ion isoelektronik • 10-2-02

Ion Mg^{2+} (nomor atom Mg = 12) memiliki susunan elektron yang sama dengan gas mulia ...

- A. helium
- B. neon
- C. argon
- D. kripton

Kunci: B

Pembahasan: Atom Mg punya 12 elektron (2.8.2). Ion Mg^{2+} kehilangan 2 elektron sehingga tinggal 10 elektron (2.8), sama dengan neon ($Z = 10$). Keduanya isoelektronik.

4. Bab 11 • Lv 2 • Penjelajah • Pilihan ganda • PEI dan PEB • 11-2-02

Dalam struktur Lewis air, H_2O , atom O memiliki ...

- A. 2 PEI dan 2 PEB
- B. 2 PEI dan 1 PEB
- C. 1 PEI dan 3 PEB
- D. 4 PEI dan 0 PEB

Kunci: A

Pembahasan: Total elektron valensi $6 + 2 = 8$. Dua ikatan O-H memakai 4 elektron (2 PEI); sisa 4 elektron menjadi 2 PEB pada O. Cek: O dikelilingi $4 + 4 = 8$ elektron ✓.

5. Bab 18 • Lv 2 • Penjelajah • Pilihan ganda • Perbandingan volume gas • 18-2-03

Pada suhu dan tekanan yang sama, 10 L gas metana dibakar sempurna: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$. Berapa liter gas oksigen yang dibutuhkan?

- A. 10 L
- B. 20 L
- C. 5 L
- D. 30 L

Kunci: B

Pembahasan: Untuk gas pada suhu dan tekanan sama, perbandingan volume = perbandingan koefisien.

$$V_{\text{O}_2} = 10 \times \frac{2}{1} = 20 \text{ L.}$$

6. Bab 38 • Lv 2 • Penjelajah • Pilihan ganda • ISPU • 38-2-03

Aplikasi kualitas udara menunjukkan ISPU suatu kota sebesar 165. Kategori udara kota itu adalah ...

- A. Baik
- B. Sedang
- C. Tidak Sehat
- D. Berbahaya

Kunci: C

Pembahasan: Kategori ISPU: 0–50 Baik, 51–100 Sedang, 101–200 Tidak Sehat, 201–300 Sangat Tidak Sehat, ≥ 301 Berbahaya. Nilai 165 berada di rentang 101–200, jadi Tidak Sehat: anak-anak, lansia, dan penderita asma sebaiknya mengurangi kegiatan di luar.

Pernyataan yang merupakan kelemahan model atom Rutherford adalah ...

- A. tidak dapat menjelaskan mengapa elektron yang mengitari inti tidak kehilangan energi lalu jatuh ke inti
- B. tidak dapat menjelaskan adanya inti atom
- C. menganggap muatan positif atom tersebar merata
- D. tidak memasukkan elektron ke dalam modelnya

Kunci: A

Pembahasan: Menurut fisika klasik, elektron yang bergerak melingkar terus memancarkan energi sehingga lintasannya menyusut dan jatuh ke inti. Model Rutherford tidak bisa menjelaskan kestabilan atom maupun spektrum garis. Pilihan C adalah ciri model Thomson.

Bilangan kuantum elektron terakhir atom belerang ($Z = 16$) adalah ... (Kesepakatan: m_l diisi dari $-l$ ke $+l$; elektron pertama di setiap orbital ber- $m_s = +\frac{1}{2}$.)

- A. $n = 3, l = 1, m_l = +1, m_s = +\frac{1}{2}$
- B. $n = 3, l = 1, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2}$
- C. $n = 3, l = 2, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2}$
- D. $n = 3, l = 0, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$

Kunci: B

Pembahasan: S = [Ne] $3s^2 3p^4$. Elektron terakhir di $3p \rightarrow n = 3, l = 1$.

Diagram $3p^4$ dengan kotak $m_l = -1, 0, +1$: $\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$. Elektron keempat kembali ke kotak $m_l = -1$ sebagai $\downarrow \rightarrow m_s = -\frac{1}{2}$.

Pilihan A adalah alamat elektron $3p$ ketiga; pilihan C memakai $l = 2$ (subkulit d) yang belum terisi pada belerang.

Energi ionisasi pertama magnesium 738 kJ/mol, sedangkan aluminium 578 kJ/mol, padahal Al punya proton lebih banyak. Penjelasan yang paling tepat adalah ...

- A. Al punya muatan inti lebih kecil daripada Mg.
- B. Elektron $3p$ pada Al sudah berpasangan sehingga saling tolak.
- C. Elektron yang dilepas dari Al berada di subkulit $3p$ yang energinya lebih tinggi dan sebagian terperisai oleh elektron $3s$.
- D. Al adalah nonlogam sehingga sukar melepas elektron.

Kunci: C

Pembahasan: Mg: [Ne] $3s^2$; Al: [Ne] $3s^2 3p^1$.

Elektron yang dilepas dari Al adalah elektron $3p$ yang berenergi lebih tinggi dan terperisai sebagian oleh pasangan $3s$, sehingga lebih mudah dilepas. Pilihan B keliru: Al hanya punya satu elektron $3p$ (tidak berpasangan).

10. Bab 10 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Meramalkan rumus dan jenis ikatan • 10-3-03

Unsur X bernomor atom 20 dan unsur Y bernomor atom 9. Rumus senyawa dan jenis ikatan yang terbentuk antara X dan Y adalah ...

- A. XY_2 , ikatan ion
 B. XY, ikatan ion
 C. X_2Y , ikatan kovalen
 D. XY_2 , ikatan kovalen

Kunci: A

Pembahasan: X: 2.8.8.2 (golongan 2, logam) melepas 2 elektron $\rightarrow X^{2+}$.

Y: 2.7 (golongan 17, nonlogam) menerima 1 elektron $\rightarrow Y^-$.

Supaya netral dibutuhkan dua Y^- untuk satu X^{2+} : XY_2 . Logam + nonlogam $\rightarrow$ ikatan ion. (X = kalsium, Y = fluorin; senyawanya CaF_2 , mineral fluorit.)

11. Bab 16 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Hukum Dalton • 16-3-04

Dua oksida nitrogen sama-sama mengandung 7 g nitrogen. Oksida I mengandung 4 g oksigen, oksida II mengandung 16 g oksigen. Perbandingan massa oksigen I : II dan pasangan rumus yang cocok adalah ... (Ar N = 14, O = 16)

- A. 1 : 2; N_2O dan NO
 B. 1 : 4; N_2O dan NO_2
 C. 4 : 1; NO_2 dan N_2O
 D. 1 : 4; NO dan N_2O_5

Kunci: B

Pembahasan: Perbandingan O = 4 : 16 = 1 : 4 (bilangan bulat sederhana, hukum Dalton).

7 g N = 0,5 bagian atom N (7/14). Oksida I: 4/16 = 0,25 $\rightarrow$ N : O = 0,5 : 0,25 = 2 : 1 $\rightarrow N_2O$.

Oksida II: 16/16 = 1 $\rightarrow$ N : O = 0,5 : 1 = 1 : 2 $\rightarrow NO_2$.

12. Bab 38 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Kesadahan • 38-3-03

Air sumur di daerah karst Gunung Sewu meninggalkan kerak putih di dasar ketel setelah dididihkan. Persamaan reaksi yang tepat untuk pembentukan kerak itu adalah ...

- A. $Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$
 B. $CaSO_4 \rightarrow CaO + SO_3$
 C. $CaCl_2 + H_2O \rightarrow CaO + 2HCl$
 D. $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

Kunci: A

Pembahasan: Kalsium hidrogen karbonat terlarut terurai saat dipanaskan menjadi kalsium karbonat yang tidak larut (kerak), air, dan gas CO_2 . Pilihan D adalah reaksi kebalikannya, yaitu cara batu kapur larut ke dalam air tanah. Garam sulfat dan klorida (kesadahan tetap) tidak terurai pada suhu air mendidih.

13. Bab 5 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Energi tingkat Bohr • 05-2-01

Hitung energi elektron atom hidrogen pada kulit $n = 2$ dengan rumus $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ eV.

Jawaban: eV

Kunci: -3,4 eV

Pembahasan: $E_2 = -\frac{13,6}{2^2} = -\frac{13,6}{4} = -3,40$ eV.

Tanda negatif berarti elektron masih terikat pada inti.

14. Bab 6 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Ar rata-rata berbobot • 06-2-03

Galium di alam terdiri atas Ga-69 (60,0%) dan Ga-71 (40,0%). Hitung A_r galium. Anggap massa setiap isotop sama dengan nomor massanya.

Jawaban:

Kunci: 69,8

Pembahasan: $A_r = \frac{69 \times 60,0 + 71 \times 40,0}{100} = \frac{4140 + 2840}{100} = 69,8$.

Cek: hasilnya di antara 69 dan 71, lebih dekat ke Ga-69 yang lebih melimpah ✓ (nilai IUPAC: 69,72).

15. Bab 8 • Lv 2 • Penjelajah • Isian rumus/nama • Halogen • 08-2-04

Tuliskan lambang unsur halogen (golongan 17) yang terletak di periode 4.

Jawaban:

Kunci: Br

Pembahasan: Golongan 17 dari atas: F (periode 2), Cl (3), **Br** (4), I (5), At (6). Brom adalah satu-satunya nonlogam yang cair pada suhu kamar.

16. Bab 15 • Lv 2 • Penjelajah • Isian rumus/nama • Rumus basa • 15-2-03

Kapur sirih adalah kalsium hidroksida. Tuliskan rumus kimianya.

Jawaban:

Kunci: Ca(OH)₂

Pembahasan: Ion: Ca²⁺ dan OH⁻. Agar netral dibutuhkan dua ion hidroksida. Karena hidroksida adalah ion poliatom yang jumlahnya dua, ia diberi kurung: Ca(OH)₂. Menulis CaOH2 berarti 1 O dan 2 H saja, keliru!

17. Bab 17 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Volume molar gas • 17-2-03

Berapa liter volume 2 mol gas oksigen pada STP (0 °C, 1 atm)?

Jawaban: L

Kunci: 44,8 L

Pembahasan: Pada STP, 1 mol gas = 22,4 L.

$V = n \times 22,4 = 2 \times 22,4 = 44,8$ L.

18. Bab 6 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Ar dari massa isotop • 06-3-01

Tembaga di alam terdiri atas Cu-63 (massa isotop 62,93; kelimpahan 69,2%) dan Cu-65 (massa isotop 64,93; kelimpahan 30,8%). Hitung A_r tembaga sampai dua desimal.

Jawaban:

Kunci: 63,55

Pembahasan: $A_r = \frac{62,93 \times 69,2 + 64,93 \times 30,8}{100} = \frac{4354,8 + 1999,8}{100} = 63,55$.

Cek: lebih dekat ke 62,93 karena Cu-63 lebih melimpah ✓

19. Bab 6 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Ar dan satuan massa atom • 06-3-04

Massa rata-rata satu atom unsur Y adalah $3,986 \times 10^{-23}$ g, sedangkan massa satu atom karbon-12 adalah $1,993 \times 10^{-23}$ g. Hitung A_r unsur Y.

Jawaban:

Kunci: 24

Pembahasan: $\frac{1}{12}$ massa atom C-12 = $1,993 \times 10^{-23} / 12 = 1,661 \times 10^{-24}$ g.

$$A_r Y = \frac{3,986 \times 10^{-23}}{1,661 \times 10^{-24}} = 24,0.$$

Atom Y tepat dua kali lebih berat daripada atom C-12; unsurnya magnesium.

20. Bab 11 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Struktur Lewis • 11-3-01

Berapa jumlah pasangan elektron bebas (PEB) seluruhnya dalam struktur Lewis karbon dioksida, CO_2 ?

Jawaban: pasang

Kunci: 4 pasang

Pembahasan: Total elektron = $4 + 2(6) = 16$. Struktur terbaik $\text{O}=\text{C}=\text{O}$: 2 ikatan rangkap dua = 4 PEI = 8 elektron. Sisa 8 elektron = 4 PEB, dua pada setiap O. Atom C tidak punya PEB.

21. Bab 15 • Lv 3 • Pejuang • Isian rumus/nama • Rumus senyawa poliatom • 15-3-02

Tuliskan rumus kimia amonium fosfat, salah satu bahan pupuk.

Jawaban:

Kunci: $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

Pembahasan: Ion: NH_4^+ dan PO_4^{3-} . Butuh tiga amonium untuk mengimbangi satu fosfat: $3 \times (+1) + (-3) = 0$. Amonium berjumlah tiga dan poliatom, jadi diberi kurung: $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$.

22. Bab 16 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Menyetarakan reaksi • 16-3-01

Setarakan reaksi pembakaran propana dalam LPG, $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, dengan koefisien bulat terkecil. Berapa jumlah semua koefisiennya?

Jawaban:

Kunci: 13

Pembahasan: C: $3 \rightarrow 3 \text{CO}_2$. H: $8 \rightarrow 4 \text{H}_2\text{O}$. O kanan: $3(2) + 4(1) = 10 \rightarrow 5 \text{O}_2$.

$\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$. Jumlah koefisien: $1 + 5 + 3 + 4 = 13$.

23. Bab 17 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Komposisi persen • 17-3-02

Hitung kadar (persen massa) nitrogen dalam pupuk urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. (Ar C = 12, O = 16, N = 14, H = 1)

Jawaban: %

Kunci: 46,67 %

Pembahasan: $M_r = 12 + 16 + 2(14 + 2) = 60$.

Ada 2 atom N: $\%N = \frac{2 \times 14}{60} \times 100\% = 46,67\%$.

Itulah sebabnya urea disebut pupuk N-46.

Berapa mL larutan HCl 2 M yang tepat bereaksi dengan 2,4 g pita magnesium?



Jawaban: mL

Kunci: 100 mL

Pembahasan: $n_{\text{Mg}} = 2,4/24 = 0,10 \text{ mol} \rightarrow n_{\text{HCl}} = 0,10 \times 2 = 0,20 \text{ mol}$.

$V = n/M = 0,20/2 = 0,10 \text{ L} = 100 \text{ mL}$. Gas H_2 yang terbentuk 0,10 mol (2,24 L pada STP).

Mata pelajaran: Kimia

Jumlah soal: 23

Waktu: 120 menit

Level: Lv 3 Pejuang

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 13 · Bentuk molekul dan gaya London	Peserta didik dapat menganalisis bentuk molekul dan gaya london (Bab 13: Gaya Antarmolekul & Ikatan Logam).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
2	Bab 26 · Pengenceran	Peserta didik dapat menganalisis pengenceran (Bab 26: Asam & Basa).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
3	Bab 28 · Memprediksi endapan	Peserta didik dapat menganalisis memprediksi endapan (Bab 28: Kelarutan & Hasil Kali Kelarutan).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	D
4	Bab 29 · Metode setengah reaksi	Peserta didik dapat menganalisis metode setengah reaksi (Bab 29: Reaksi Redoks).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
5	Bab 30 · Kekuatan reduktor	Peserta didik dapat menganalisis kekuatan reduktor (Bab 30: Sel Volta & Baterai).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	B
6	Bab 31 · Elektrolisis CuSO_4	Peserta didik dapat menganalisis elektrolisis CuSO_4 (Bab 31: Elektrolisis & Korosi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	B

7	Bab 32 · Jumlah isomer	Peserta didik dapat menganalisis jumlah isomer (Bab 32: Hidrokarbon & Minyak Bumi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
8	Bab 33 · Titik didih dan ikatan hidrogen	Peserta didik dapat menganalisis titik didih dan ikatan hidrogen (Bab 33: Gugus Fungsi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	B
9	Bab 35 · Polimerisasi adisi	Peserta didik dapat menganalisis polimerisasi adisi (Bab 35: Polimer & Material).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	B
10	Bab 12 · Hibridisasi	Peserta didik dapat menentukan rumus/nama hibridisasi (Bab 12: Bentuk Molekul: VSEPR & Hibridisasi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian rumus/nama	sp ³ d
11	Bab 19 · ΔH dari entalpi pembentukan	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis ΔH dari entalpi pembentukan (Bab 19: Termokimia).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	-2.219,9 kJ/mol
12	Bab 19 · Kalorimeter penetralan	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kalorimeter penetralan (Bab 19: Termokimia).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	-55,2 kJ/mol
13	Bab 21 · Metode laju awal	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis metode laju awal (Bab 21: Laju Reaksi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	3
14	Bab 21 · Perbandingan laju dan koefisien	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis perbandingan laju dan koefisien (Bab 21: Laju Reaksi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	0,04 M/s
15	Bab 22 · Kp dari Kc	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis Kp dari Kc (Bab 22: Kestimbangan Kimia).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	1,49 × 10 ⁻⁵ atm ⁻²

16	Bab 23 · Pengenceran	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis pengenceran (Bab 23: Larutan & Konsentrasi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	100 mL
17	Bab 24 · Tekanan osmotik	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis tekanan osmotik (Bab 24: Sifat Koligatif Larutan).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	4,92 atm
18	Bab 26 · Menentukan Ka	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis menentukan ka (Bab 26: Asam & Basa).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	2×10^{-5}
19	Bab 27 · Kadar cuka	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kadar cuka (Bab 27: Titrasi, Penyangga & Hidrolisis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	4,99 %
20	Bab 27 · pH garam	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis pH garam (Bab 27: Titrasi, Penyangga & Hidrolisis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	8,87
21	Bab 28 · Ksp garam AB ₂	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis ksp garam ab ₂ (Bab 28: Kelarutan & Hasil Kali Kelarutan).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	$3,2 \times 10^{-11}$
22	Bab 30 · Potensial sel standar	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis potensial sel standar (Bab 30: Sel Volta & Baterai).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	2,46 V
23	Bab 33 · Rendemen esterifikasi	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis rendemen esterifikasi (Bab 33: Gugus Fungsi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	75 %

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 13 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Bentuk molekul dan gaya London • 13-3-03

n-Pentana (36 °C), isopentana (28 °C), dan neopentana (9,5 °C) sama-sama C_5H_{12} . Penjelasan yang paling tepat untuk perbedaan titik didihnya adalah ...

- A. makin bercabang, makin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk
- B. makin bercabang, Mr molekul makin kecil
- C. makin bercabang, molekul makin bulat sehingga bidang sentuh dan gaya London makin kecil
- D. makin bercabang, ikatan kovalen C–C makin lemah

Kunci: C

Pembahasan: Ketiganya nonpolar dan Mr-nya sama (72), jadi hanya bentuk yang berbeda. Molekul lurus (n-pentana) dapat bersentuhan di sepanjang badannya, sedangkan neopentana hampir bulat sehingga bidang sentuhnya kecil. Gaya London lebih lemah → titik didih lebih rendah. Tidak ada ikatan hidrogen pada alkana.

2. Bab 26 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Pengenceran • 26-3-04

Sebanyak 10 mL larutan HCl ber-pH 2 diencerkan dengan air sampai volumenya 1 L. pH larutan sekarang adalah ...

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 7

Kunci: C

Pembahasan: Volume naik dari 10 mL menjadi 1.000 mL (100 kali), jadi $[H^+]$ turun 100 kali: dari 10^{-2} M menjadi 10^{-4} M.
pH = 4. Pengenceran asam membuat pH naik, tetapi tidak pernah melewati 7.

3. Bab 28 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Memprediksi endapan • 28-3-03

Sebanyak 100 mL $Pb(NO_3)_2$ 0,002 M dicampur dengan 100 mL KI 0,002 M. $K_{sp} PbI_2 = 9,8 \times 10^{-9}$. Apa yang terjadi?

- A. Mengendap kuning karena $Q_{sp} = 1,0 \times 10^{-6} > K_{sp}$
- B. Mengendap kuning karena konsentrasi kedua larutan sama
- C. Tepat jenuh karena $Q_{sp} = K_{sp}$
- D. Tidak mengendap karena $Q_{sp} = 1,0 \times 10^{-9} < K_{sp}$

Kunci: D

Pembahasan: Setelah dicampur: $[Pb^{2+}] = [I^-] = 0,002 \times 100/200 = 1,0 \times 10^{-3}$ M.

$Q_{sp} = (1,0 \times 10^{-3})(1,0 \times 10^{-3})^2 = 1,0 \times 10^{-9}$.

$1,0 \times 10^{-9} < 9,8 \times 10^{-9}$: larutan belum jenuh, **tidak ada endapan**. Pilihan A muncul bila lupa mengkuadratkan $[I^-]$.

Setarakan reaksi berikut (suasana asam):



Koefisien H^+ pada persamaan setara (koefisien bulat terkecil) adalah ...

- A. 4
B. 5
C. 8
D. 16

Kunci: C

Pembahasan: Reduksi: $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$. Oksidasi: $\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$, dikali 5.
Hasil:



Koefisien H^+ = 8. Cek muatan: kiri $-1 + 10 + 8 = +17$, kanan $+2 + 15 = +17$ ✓.

Data E° : Mg^{2+}/Mg $-2,37$ V; Al^{3+}/Al $-1,66$ V; Zn^{2+}/Zn $-0,76$ V; Fe^{2+}/Fe $-0,44$ V; Ni^{2+}/Ni $-0,25$ V; Cu^{2+}/Cu $+0,34$ V. Logam yang dapat mereduksi ion Ni^{2+} tetapi **tidak** dapat mereduksi ion Zn^{2+} adalah ...

- A. Mg
B. Fe
C. Cu
D. Al

Kunci: B

Pembahasan: Logam X mereduksi Ni^{2+} bila $E_X^\circ < -0,25$ V, dan tidak mereduksi Zn^{2+} bila $E_X^\circ > -0,76$ V. Hanya Fe ($-0,44$ V) yang berada di antara keduanya. Mg dan Al mereduksi keduanya; Cu tidak mereduksi keduanya.

Larutan CuSO_4 dielektrolisis dengan elektrode karbon selama beberapa jam, ditetesi indikator universal. Apa yang teramati pada larutan?

- A. Biru makin pekat dan larutan menjadi basa.
B. Biru memudar dan larutan menjadi asam.
C. Biru tetap dan larutan tetap netral.
D. Larutan berubah hijau dan menjadi basa.

Kunci: B

Pembahasan: Katode: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$, jadi ion biru Cu^{2+} berkurang dan warnanya memudar.
Anode (inert, ion SO_4^{2-} tidak teroksidasi): $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$. Ion H^+ membuat larutan menjadi asam (H_2SO_4), indikator universal menjadi merah. Bila elektrodanya tembaga, birunya tetap.

Berapa jumlah isomer struktur heksana, C_6H_{14} ?

- A. 3
B. 4
C. 5
D. 6

Kunci: C

Pembahasan: Rantai 6 C: heksana.

Rantai 5 C + 1 metil: 2-metilpentana dan 3-metilpentana.

Rantai 4 C + 2 metil: 2,2-dimetilbutana dan 2,3-dimetilbutana.

Total **5 isomer**. ("4-metilpentana" dan "2-etilbutana" bukan isomer baru, melainkan nama keliru untuk 2-metilpentana dan 3-metilpentana.)

Butana, propanal, 1-propanol, dan asam etanoat bermassa molekul hampir sama (M_r 58–60). Urutan titik didihnya dari yang **terendah** adalah ...

- A. asam etanoat < 1-propanol < propanal < butana
B. butana < propanal < 1-propanol < asam etanoat
C. butana < 1-propanol < propanal < asam etanoat
D. propanal < butana < asam etanoat < 1-propanol

Kunci: B

Pembahasan: Butana nonpolar, hanya gaya London ($-0,5\text{ }^\circ\text{C}$). Propanal punya $C=O$ polar $\rightarrow$ tambahan gaya dipol-dipol ($48\text{ }^\circ\text{C}$). 1-Propanol punya $O-H$ $\rightarrow$ ikatan hidrogen ($97\text{ }^\circ\text{C}$). Asam etanoat punya $C=O$ dan $O-H$ sehingga dua molekulnya berpasangan dengan dua ikatan hidrogen (dimer) ($118\text{ }^\circ\text{C}$).

Urutan: butana < propanal < 1-propanol < asam etanoat.

Manakah pernyataan yang BENAR tentang polimerisasi etena menjadi polietilena?

- A. Setiap ikatan baru melepaskan satu molekul H_2
B. Ikatan rangkap $C=C$ terbuka menjadi ikatan tunggal, sehingga massa polimer sama dengan jumlah massa monomernya
C. Polietilena masih memiliki banyak ikatan rangkap sehingga menghilangkan warna air brom
D. Unit ulangnya ditulis $-[CH_2=CH_2]-$

Kunci: B

Pembahasan: Pada polimerisasi adisi, ikatan π dari $C=C$ dipakai untuk menyambung monomer; tidak ada atom yang lepas. Polietilena tidak lagi memiliki $C=C$, sehingga tidak menghilangkan warna air brom, dan unit ulangnya $-[CH_2-CH_2]-$ (ikatan tunggal).

Tuliskan jenis hibridisasi atom P dalam fosforus pentaklorida, PCl_5 . (Tulis tanpa superskrip, misalnya sp3)

Jawaban:

Kunci: sp³d

Pembahasan: P: 5 elektron valensi + 5 dari Cl = 10 elektron = 5 domain (AX_5 , bipiramida trigonal). Lima orbital hibrida = s + 3p + d $\rightarrow$ sp³d.

11. Bab 19 • Lv 3 • Pejuang • Isian • ΔH dari entalpi pembentukan • 19-3-03

LPG sebagian besar berisi propana. Hitung ΔH pembakaran propana,

$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, dari data ΔH_f° (kJ/mol): $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) -103,8$; $\text{CO}_2(\text{g}) -393,5$; $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) -285,8$.

Jawaban: kJ/mol

Kunci: -2.219,9 kJ/mol

Pembahasan: Produk: $3(-393,5) + 4(-285,8) = -1.180,5 - 1.143,2 = -2.323,7$ kJ.

Pereaksi: $-103,8 + 5(0) = -103,8$ kJ.

$\Delta H = -2.323,7 - (-103,8) = -2.219,9$ kJ per mol propana.

12. Bab 19 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kalorimeter penetralan • 19-3-01

Sebanyak 50 mL HCl 1,0 M dicampur dengan 50 mL NaOH 1,0 M di dalam kalorimeter gelas plastik. Suhu naik dari 27,0 °C menjadi 33,6 °C. Anggap massa jenis larutan 1,0 g/mL dan $c = 4,18$ J/g·°C. Hitung ΔH penetralan dalam kJ per mol air yang terbentuk.

Jawaban: kJ/mol

Kunci: -55,2 kJ/mol

Pembahasan: $q_{\text{larutan}} = 100 \times 4,18 \times 6,6 = 2.758,8$ J.

$n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,050 \times 1,0 = 0,050$ mol.

$\Delta H = -\frac{2.758,8}{0,050} = -55.176$ J/mol $\approx -55,2$ kJ/mol.

Nilai buku ± -57 kJ/mol; hasil sedikit lebih kecil karena sebagian kalor bocor ke gelas dan udara.

13. Bab 21 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Metode laju awal • 21-3-01

Data laju awal reaksi $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$:

Percobaan 1: $[\text{A}] = 0,10$ M; $[\text{B}] = 0,10$ M; laju = $2,0 \times 10^{-3}$ M/s

Percobaan 2: $[\text{A}] = 0,20$ M; $[\text{B}] = 0,10$ M; laju = $8,0 \times 10^{-3}$ M/s

Percobaan 3: $[\text{A}] = 0,10$ M; $[\text{B}] = 0,30$ M; laju = $6,0 \times 10^{-3}$ M/s

Tentukan orde total reaksi.

Jawaban:

Kunci: 3

Pembahasan: Percobaan 1 $\rightarrow$ 2: $[\text{A}] \times 2$, laju $\times 4 \rightarrow 2^m = 4$, $m = 2$.

Percobaan 1 $\rightarrow$ 3: $[\text{B}] \times 3$, laju $\times 3 \rightarrow 3^n = 3$, $n = 1$.

$v = k[\text{A}]^2[\text{B}]$, orde total $2 + 1 = 3$.

14. Bab 21 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Perbandingan laju dan koefisien • 21-3-04

Pada reaksi pembuatan amonia $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$, gas hidrogen berkurang dengan laju 0,06 M/s. Berapa laju terbentuknya NH_3 (M/s)?

Jawaban: M/s

Kunci: 0,04 M/s

Pembahasan: $\frac{1}{3} \cdot \frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$ (berkurang) = $\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t}$ (bertambah).

Laju $\text{NH}_3 = 0,06 \times \frac{2}{3} = 0,04$ M/s.

15. Bab 22 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kp dari Kc • 22-3-03

Pada 500 °C, $K_c = 6,0 \times 10^{-2}$ untuk $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$. Hitung K_p (tekanan dalam atm; $R = 0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K})$). Tulis dalam notasi ilmiah, misalnya 1,2e-5.

Jawaban: atm⁻²

Kunci: $1,49 \times 10^{-5} \text{ atm}^{-2}$

Pembahasan: $T = 500 + 273 = 773 \text{ K}$; $\Delta n = 2 - (1 + 3) = -2$.

$RT = 0,082 \times 773 = 63,4$.

$K_p = 0,060 \times (63,4)^{-2} = 0,060/4,02 \times 10^3 = 1,49 \times 10^{-5} \text{ atm}^{-2}$.

16. Bab 23 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Pengenceran • 23-3-02

Cuka biang yang dijual di warung berkadar asam asetat 25%. Berapa mL cuka biang yang harus diambil lalu diencerkan dengan air hingga 500 mL untuk membuat cuka masak 5%? (Anggap kedua persen memakai satuan yang sama, b/v.)

Jawaban: mL

Kunci: 100 mL

Pembahasan: $C_1V_1 = C_2V_2 \rightarrow 25\% \times V_1 = 5\% \times 500 \text{ mL} \rightarrow V_1 = 100 \text{ mL}$.

Jadi 100 mL cuka biang ditambah air sampai 500 mL ($\pm 400 \text{ mL}$ air). Cuka biang 25% tidak boleh diminum langsung karena dapat melukai mulut dan kerongkongan.

17. Bab 24 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Tekanan osmotik • 24-3-03

Hitung tekanan osmotik larutan NaCl 0,1 M pada 27 °C. Anggap NaCl terionisasi sempurna. ($R = 0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K})$)

Jawaban: atm

Kunci: 4,92 atm

Pembahasan: $T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$; $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$, jadi $i = 2$.

$\pi = MRTi = 0,1 \times 0,082 \times 300 \times 2 = 4,92 \text{ atm}$.

18. Bab 26 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Menentukan Ka • 26-3-03

Larutan asam lemah HA 0,05 M mempunyai pH 3,0. Hitung K_a asam tersebut. Tulis dalam notasi ilmiah, misalnya 3e-6.

Jawaban:

Kunci: 2×10^{-5}

Pembahasan: $[\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ M} = [\text{A}^-]$.

$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \approx \frac{(10^{-3})^2}{0,05} = 2,0 \times 10^{-5}$.

Lebih teliti: $[\text{HA}] = 0,05 - 0,001 = 0,049$, sehingga $K_a = 2,04 \times 10^{-5}$. Derajat ionisasinya $0,001/0,05 = 2\%$, mirip asam asetat.

19. Bab 27 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kadar cuka • 27-3-01

Sebanyak 10,0 mL cuka diencerkan dengan air sampai 100,0 mL. Lalu 25,00 mL larutan encer itu dititrasi dengan NaOH 0,100 M dan memerlukan 20,80 mL. Hitung kadar asam asetat ($M_r = 60$) dalam cuka asli, dalam % b/v (gram per 100 mL).

Jawaban: %

Kunci: 4,99 %

Pembahasan: mol NaOH = $0,100 \times 20,80 = 2,08 \text{ mmol} = \text{mol asam asetat dalam } 25,00 \text{ mL}$.

Molaritas cuka encer = $2,08/25,00 = 0,0832 \text{ M}$; cuka asli ($\times 10$) = $0,832 \text{ M}$.

Massa per liter = $0,832 \times 60 = 49,9 \text{ g/L} = 4,99 \text{ g per } 100 \text{ mL}$.

Kadar $\approx 5,0\%$: khas cuka makan siap pakai.

20. Bab 27 • Lv 3 • Pejuang • Isian • pH garam • 27-3-02

Hitung pH larutan natrium asetat 0,10 M. ($K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$)

Jawaban:

Kunci: 8,87

Pembahasan: $K_h = K_w/K_a = 10^{-14}/1,8 \times 10^{-5} = 5,56 \times 10^{-10}$.

$[\text{OH}^-] = \sqrt{5,56 \times 10^{-10} \times 0,10} = 7,45 \times 10^{-6} \text{ M} \rightarrow \text{pOH} = 5,13$.

pH = $14 - 5,13 = 8,87$ (basa, sesuai dugaan).

21. Bab 28 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Ksp garam AB₂ • 28-3-02

Kelarutan kalsium fluorida, CaF_2 , dalam air pada 25 °C adalah $2,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$. Hitung $K_{sp} \text{ CaF}_2$.

Jawaban:

Kunci: $3,2 \times 10^{-11}$

Pembahasan: $[\text{Ca}^{2+}] = s$, $[\text{F}^-] = 2s$.

$K_{sp} = s(2s)^2 = 4s^3 = 4(2,0 \times 10^{-4})^3 = 4(8,0 \times 10^{-12}) = 3,2 \times 10^{-11}$.

Kesalahan umum: menulis $s \cdot 2s = 2s^2$ (lupa mengkuadratkan).

22. Bab 30 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Potensial sel standar • 30-3-01

Hitung E_{sel}° (V) untuk sel $\text{Al(s)} \mid \text{Al}^{3+}(\text{aq}) \parallel \text{Ag}^+(\text{aq}) \mid \text{Ag(s)}$. ($E^\circ: \text{Al}^{3+}/\text{Al} = -1,66 \text{ V}$; $\text{Ag}^+/\text{Ag} = +0,80 \text{ V}$)

Jawaban: V

Kunci: 2,46 V

Pembahasan: Anode (kiri): $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$; katode (kanan): $3\text{Ag}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow 3\text{Ag}$.

Reaksi sel: $\text{Al} + 3\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{Ag}$.

$E_{sel}^\circ = 0,80 - (-1,66) = 2,46 \text{ V}$.

Potensial elektrode adalah besaran intensif, jadi tidak dikali koefisien. Jawaban 4,06 V ($0,80 \times 3 + 1,66$) adalah jebakan klasik.

Sebanyak 12 g asam asetat (Mr 60) direaksikan dengan etanol berlebih dan katalis H_2SO_4 pekat. Setelah dimurnikan diperoleh 13,2 g etil asetat (Mr 88). Hitung persen rendemennya.

Jawaban: %

Kunci: 75 %

Pembahasan: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

Mol asam = $12/60 = 0,20$ mol $\rightarrow$ ester teoretis $0,20$ mol $\times 88 = 17,6$ g.

Rendemen = $\frac{13,2}{17,6} \times 100\% = 75\%$.

Rendemen di bawah 100% wajar karena reaksinya setimbang dan sebagian ester hilang saat pemurnian.

Mata pelajaran: Kimia Jumlah soal: 20 Waktu: 120 menit Level: Lv 4 IGCSE

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 2 · Difusi gas	Peserta didik dapat menerapkan konsep difusi gas (Bab 2: Materi, Wujud & Perubahannya).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	A
2	Bab 6 · Sifat isotop	Peserta didik dapat menerapkan konsep sifat isotop (Bab 6: Partikel Atom, Isotop & Massa Atom).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	D
3	Bab 9 · Deret keaktifan	Peserta didik dapat menerapkan konsep deret keaktifan (Bab 9: Kimia Unsur di Nusantara).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	D
4	Bab 21 · Faktor laju	Peserta didik dapat menerapkan konsep faktor laju (Bab 21: Laju Reaksi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	C
5	Bab 26 · Pembuatan garam	Peserta didik dapat menerapkan konsep pembuatan garam (Bab 26: Asam & Basa).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	D
6	Bab 31 · Pemurnian tembaga	Peserta didik dapat menerapkan konsep pemurnian tembaga (Bab 31: Elektrolisis & Korosi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	A

7	Bab 32 · Uji air brom	Peserta didik dapat menerapkan konsep uji air brom (Bab 32: Hidrokarbon & Minyak Bumi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	B
8	Bab 3 · Memilih teknik pemisahan	Peserta didik dapat menyimpulkan identitas zat memilih teknik pemisahan (Bab 3: Campuran & Teknik Pemisahan).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian rumus/nama	distilasi / distilasi sederhana / penyulingan / simple distillation / distillation
9	Bab 10 · Partikel dalam ion	Peserta didik dapat menghitung dari data partikel dalam ion (Bab 10: Ikatan Ion).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	13 proton
10	Bab 11 · Elektron ikatan	Peserta didik dapat menghitung dari data elektron ikatan (Bab 11: Ikatan Kovalen & Struktur Lewis).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	12 elektron
11	Bab 16 · Volume gas bereaksi	Peserta didik dapat menghitung dari data volume gas bereaksi (Bab 16: Persamaan Reaksi & Hukum Dasar Kimia).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	30 cm ³
12	Bab 17 · Mr dari volume gas	Peserta didik dapat menghitung dari data mr dari volume gas (Bab 17: Konsep Mol).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	44
13	Bab 18 · Stoikiometri larutan	Peserta didik dapat menghitung dari data stoikiometri larutan (Bab 18: Stoikiometri Reaksi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	100 cm ³
14	Bab 19 · Entalpi pelarutan	Peserta didik dapat menghitung dari data entalpi pelarutan (Bab 19: Termokimia).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	25,7 kJ/mol

15	Bab 22 · Konversi per lintasan	Peserta didik dapat menghitung dari data konversi per lintasan (Bab 22: Keseimbangan Kimia).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	51 kg
16	Bab 33 · Stoikiometri esterifikasi	Peserta didik dapat menghitung dari data stoikiometri esterifikasi (Bab 33: Gugus Fungsi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	8,8 g
17	Bab 39 · Volumetri	Peserta didik dapat menghitung dari data volumetri (Bab 39: Detektif Molekul: Analisis & Spektroskopi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	0,125 mol/dm ³
18	Bab 3 · Memperoleh kristal garam	Peserta didik dapat menjelaskan dengan data memperoleh kristal garam (Bab 3: Campuran & Teknik Pemisahan).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Uraian	rubrik
19	Bab 6 · Struktur atom dan ion	Peserta didik dapat menjelaskan dengan data struktur atom dan ion (Bab 6: Partikel Atom, Isotop & Massa Atom).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Uraian	rubrik
20	Bab 30 · Sel sederhana (data)	Peserta didik dapat menjelaskan dengan data sel sederhana (data) (Bab 30: Sel Volta & Baterai).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Uraian	rubrik

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 2 • Lv 4 • IGCSE • Pilihan ganda • Difusi gas • gaya IGCSE • 02-4-02

A long glass tube has cotton wool soaked in concentrated ammonia at one end and cotton wool soaked in concentrated hydrochloric acid at the other end. After a few minutes a white ring of ammonium chloride forms: $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$. Di mana cincin putih terbentuk, dan mengapa? (Mr $\text{NH}_3 = 17$; $\text{HCl} = 36,5$)

- A. Lebih dekat ke ujung HCl , karena partikel NH_3 lebih ringan sehingga berdifusi lebih cepat
- B. Lebih dekat ke ujung NH_3 , karena partikel NH_3 lebih ringan sehingga berdifusi lebih cepat
- C. Tepat di tengah, karena kedua gas berdifusi sama cepat
- D. Lebih dekat ke ujung HCl , karena partikel HCl lebih berat sehingga berdifusi lebih cepat

Kunci: A

Pembahasan: Pada suhu yang sama, partikel yang lebih ringan bergerak lebih cepat. NH_3 (Mr 17) menempuh jarak lebih jauh daripada HCl (Mr 36,5) dalam waktu yang sama, sehingga keduanya bertemu lebih dekat ke ujung HCl .

2. Bab 6 • Lv 4 • IGCSE • Pilihan ganda • Sifat isotop • gaya IGCSE • 06-4-03

Which statement about the atoms $^{35}_{17}\text{Cl}$ and $^{37}_{17}\text{Cl}$ is correct?

- A. They have different numbers of protons.
- B. They have the same number of neutrons.
- C. ^{37}Cl has two more electrons than ^{35}Cl .
- D. They have the same chemical properties because they have the same number of outer-shell electrons.

Kunci: D

Pembahasan: Kedua atom punya 17 proton dan 17 elektron (susunan 2, 8, 7); yang berbeda hanya neutron (18 dan 20). Karena reaksi kimia ditentukan oleh elektron terluar, sifat kimianya sama. Selisih nomor massa 2 berasal dari neutron, bukan elektron.

3. Bab 9 • Lv 4 • IGCSE • Pilihan ganda • Deret keaktifan • gaya IGCSE • 09-4-04

Logam X dapat mendesak tembaga dari larutan tembaga(II) sulfat, tetapi tidak dapat mendesak seng dari larutan seng sulfat. **Deduksikan** logam X.

- | | |
|--------------|---------|
| A. perak | C. emas |
| B. magnesium | D. besi |

Kunci: D

Pembahasan: X harus lebih reaktif daripada Cu tetapi kurang reaktif daripada Zn, jadi letaknya di antara Zn dan Cu dalam deret keaktifan: besi cocok ($\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$). Magnesium mendesak keduanya; perak dan emas tidak mendesak keduanya.

Which change does **not** increase the rate of reaction between magnesium ribbon and dilute hydrochloric acid? (Perubahan mana yang **tidak** mempercepat reaksi pita magnesium dengan asam klorida encer?)

- A. Memakai serbuk magnesium dengan massa yang sama
- B. Memanaskan asam sampai 40 °C
- C. Memakai volume asam dua kali lipat dengan konsentrasi yang sama
- D. Memakai asam dengan konsentrasi dua kali lipat

Kunci: C

Pembahasan: Menambah volume asam tanpa mengubah konsentrasinya tidak menambah jumlah partikel per liter, jadi frekuensi tumbukan di permukaan magnesium tidak berubah. Serbuk (luas permukaan), suhu, dan konsentrasi sama-sama mempercepat reaksi.

Seorang siswa ingin membuat kristal tembaga(II) sulfat (*copper(II) sulfate*) yang murni dan kering. Metode manakah yang paling tepat?

- A. Masukkan logam tembaga ke asam sulfat encer, lalu uapkan larutannya sampai kering.
- B. Campurkan larutan tembaga(II) klorida dengan larutan natrium sulfat, lalu saring endapannya.
- C. Tambahkan asam sulfat berlebih ke tembaga(II) oksida, lalu uapkan larutannya sampai kering.
- D. Tambahkan tembaga(II) oksida berlebih ke asam sulfat encer hangat, saring, panaskan filtrat sampai titik kristalisasi, lalu dinginkan.

Kunci: D

Pembahasan: Tembaga(II) sulfat larut dalam air, dan CuO adalah basa yang tidak larut, jadi dipakai metode **padatan berlebih → saring → kristalkan**.

A salah: tembaga tidak bereaksi dengan asam sulfat encer. B salah: kedua hasilnya larut, tidak ada endapan. C salah: asam berlebih tertinggal sebagai pengotor, dan menguapkan sampai kering merusak kristal hidrat.

Pernyataan yang benar tentang pemurnian tembaga secara elektrolisis adalah ...

- A. Anode tembaga kotor berkurang massanya, dan lumpur anodenya mengandung perak dan emas.
- B. Katode dibuat dari tembaga kotor agar pengotornya larut.
- C. Gas oksigen terbentuk di anode sehingga konsentrasi Cu^{2+} turun drastis.
- D. Ion seng dari pengotor ikut mengendap di katode bersama tembaga.

Kunci: A

Pembahasan: Tembaga kotor dipasang sebagai anode dan larut: $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$. Tembaga murni mengendap di katode, sehingga kadar Cu^{2+} relatif tetap dan tidak ada gas. Logam yang kurang reaktif (Ag, Au) tidak larut dan jatuh sebagai lumpur anode. Logam yang lebih reaktif (Zn, Fe) larut tetapi tetap tinggal di larutan karena lebih sulit direduksi daripada Cu^{2+} .

7. Bab 32 • Lv 4 • IGCSE • Pilihan ganda • Uji air brom • gaya IGCSE • 32-4-03

Laras menguji dua cairan tak berwarna, P dan Q, dengan air brom di tempat gelap. P mengubah warna air brom dari jingga menjadi tak berwarna, sedangkan Q tidak. **Deduksikan** identitas P dan Q.

- A. P heksana, Q heksena
B. P heksena, Q heksana
C. P dan Q sama-sama alkana
D. P dan Q sama-sama alkena

Kunci: B

Pembahasan: Alkena (heksena) punya ikatan $C=C$ yang mengalami adisi bromin, sehingga warna jingga Br_2 hilang. Alkana (heksana) tidak bereaksi dengan air brom dalam gelap, sehingga warnanya tetap jingga.

8. Bab 3 • Lv 4 • IGCSE • Isian rumus/nama • Memilih teknik pemisahan • gaya IGCSE • 03-4-04

Nyatakan (state) nama teknik untuk memperoleh air murni dari larutan tembaga(II) sulfat.

Jawaban:

Kunci: distilasi / distilasi sederhana / penyulingan / simple distillation / distillation

Pembahasan: Air harus *ditampung*, bukan dibiarkan menguap ke udara, jadi yang tepat adalah **distilasi (sederhana)**. Air mendidih dan mengembun di kondensor, sedangkan tembaga(II) sulfat yang tidak menguap tertinggal di labu. Penguapan atau kristalisasi justru memberi garamnya, bukan airnya.

9. Bab 10 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Partikel dalam ion • gaya IGCSE • 10-4-04

An ion X^{3+} contains 10 electrons. **State** the number of protons in an atom of X. (Nyatakan jumlah proton dalam atom X.)

Jawaban: proton

Kunci: 13 proton

Pembahasan: Ion bermuatan $+3$ punya 3 elektron lebih sedikit daripada protonnya. Atom X semula punya $10 + 3 = 13$ elektron, dan atom netral memiliki proton sebanyak elektronnya: 13 proton. X adalah aluminium.

10. Bab 11 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Elektron ikatan • gaya IGCSE • 11-4-03

Deduksikan jumlah total elektron yang dipakai bersama (*shared electrons*) dalam satu molekul etena, C_2H_4 .

Jawaban: elektron

Kunci: 12 elektron

Pembahasan: Struktur etena: $H_2C=CH_2$. Ikatan $C=C$ memakai 2 pasang = 4 elektron; 4 ikatan $C-H$ memakai $4 \times 2 = 8$ elektron. Total 12 elektron dipakai bersama.
Cek: elektron valensi $2(4) + 4(1) = 12$, jadi etena tidak punya PEB.

11. Bab 16 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Volume gas bereaksi • gaya IGCSE • 16-4-04

20 cm^3 metana dicampur dengan 50 cm^3 oksigen lalu dibakar sempurna: $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$. Semua volume diukur pada suhu dan tekanan kamar, dan air mengembun menjadi cairan. **Hitung** volume total gas yang tersisa setelah reaksi.

Jawaban: cm^3

Kunci: 30 cm^3

Pembahasan: Oksigen terpakai $= 2 \times 20 = 40\text{ cm}^3$, sisa oksigen $= 50 - 40 = 10\text{ cm}^3$.
 CO_2 terbentuk $= 20\text{ cm}^3$ (perbandingan 1 : 1).
Air berupa cairan, tidak dihitung. Total gas $= 20 + 10 = 30\text{ cm}^3$.

12. Bab 17 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Mr dari volume gas • gaya IGCSE • 17-4-04

Pada suhu dan tekanan kamar (1 mol gas = 24 dm³), 1,20 dm³ gas X bermassa 2,20 g. **Hitung** M_r gas X.

Jawaban:

Kunci: 44

Pembahasan: $n = 1,20/24 = 0,0500$ mol.

$M_r = m/n = 2,20/0,0500 = 44$. Gas X mungkin CO₂ atau N₂O.

13. Bab 18 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Stoikiometri larutan • gaya IGCSE • 18-4-04

Satu tablet antasida mengandung 0,290 g magnesium hidroksida. **Hitung** volume (cm³) asam klorida 0,100 mol/dm³ yang tepat dinetralkan oleh tablet itu. $\text{Mg(OH)}_2 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ (M_r Mg(OH)₂ = 58)

Jawaban: cm³

Kunci: 100 cm³

Pembahasan: $n_{\text{Mg(OH)}_2} = 0,290/58 = 0,00500$ mol $\rightarrow n_{\text{HCl}} = 0,0100$ mol.

$V = 0,0100/0,100 = 0,100$ dm³ = 100 cm³.

14. Bab 19 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Entalpi pelarutan • gaya IGCSE • 19-4-04

Isi kompres dingin diuji di laboratorium: 8,0 g amonium nitrat ($M_r = 80$) dilarutkan dalam 100 g air sehingga massa larutan 108 g. Suhu turun dari 26,0 °C menjadi 20,3 °C. **Hitung** ΔH pelarutan amonium nitrat (kJ/mol). ($c = 4,18$ J/g·°C)

Jawaban: kJ/mol

Kunci: 25,7 kJ/mol

Pembahasan: $q_{\text{larutan}} = 108 \times 4,18 \times (20,3 - 26,0) = -2.573$ J.

$n = 8,0/80 = 0,10$ mol.

$\Delta H = -\frac{-2.573}{0,10} = +25.730$ J/mol $\approx +25,7$ kJ/mol. Endoterm: inilah sumber "dingin" kompres instan.

15. Bab 22 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Konversi per lintasan • gaya IGCSE • 22-4-04

Di sebuah pabrik amonia, hanya 15% nitrogen yang bereaksi setiap kali gas melewati reaktor. Setiap menit 280 kg N₂ (dengan H₂ secukupnya) masuk ke reaktor. **Hitung** massa amonia (kg) yang terbentuk dalam satu lintasan setiap menit. (Ar N = 14, H = 1)

Jawaban: kg

Kunci: 51 kg

Pembahasan: $n_{\text{N}_2} = 280/28 = 10$ kmol; yang bereaksi $0,15 \times 10 = 1,5$ kmol.

Dari koefisien 1 : 2, $n_{\text{NH}_3} = 3,0$ kmol.

$m = 3,0 \times 17 = 51$ kg. Sisa 85% gas didaur ulang ke reaktor.

Calculate (hitung) massa maksimum etil etanoat (Mr 88) yang dapat dibuat dari 4,6 g etanol (Mr 46) dengan asam etanoat berlebih.

Jawaban: g

Kunci: 8,8 g

Pembahasan: Mol etanol = $4,6/46 = 0,10$ mol.

Perbandingan etanol : ester = 1 : 1, jadi ester maksimum 0,10 mol.

Massa = $0,10 \times 88 = 8,8$ g. Ini massa teoretis; massa nyata lebih kecil karena reaksinya setimbang.

25,0 cm³ larutan natrium hidroksida 0,100 mol/dm³ tepat dinetralkan oleh 20,0 cm³ asam klorida. **Calculate** (hitung) konsentrasi asam klorida dalam mol/dm³.

Jawaban: mol/dm³

Kunci: 0,125 mol/dm³

Pembahasan: Mol NaOH = $0,100 \times 25,0/1000 = 2,50 \times 10^{-3}$ mol.

NaOH + HCl → NaCl + H₂O berbanding 1 : 1, jadi mol HCl = $2,50 \times 10^{-3}$ mol.

[HCl] = $2,50 \times 10^{-3} / (20,0/1000) = 0,125$ mol/dm³.

Garam krosok yang dibeli di pasar tercampur pasir dan kotoran tak larut. **Jelaskan** (describe) cara memperoleh kristal garam yang murni dan kering dari garam krosok itu. Sertakan nama setiap teknik dan **jelaskan** mengapa filtrat sebaiknya tidak diuapkan sampai benar-benar kering.

Kunci/rubrik: (1) Gerus garam krosok, lalu larutkan dalam air hangat sambil diaduk sampai garam larut [1]. (2) Saring campuran; pasir dan kotoran tertinggal sebagai residu, larutan garam lolos sebagai filtrat [1]. (3) Panaskan filtrat dalam cawan penguap sampai sebagian air menguap dan larutan jenuh (titik kristalisasi: kristal muncul pada batang pengaduk yang dicelup lalu didinginkan) [1]. (4) Biarkan dingin agar kristal terbentuk, saring kristalnya, lalu keringkan di antara kertas saring atau dalam oven bersuhu rendah [1]. (5) Tidak diuapkan sampai kering karena pengotor yang larut ikut tertinggal bersama kristal dan kristal dapat memercik [1].

Pembahasan: Kata perintah *describe* meminta langkah berurutan dengan nama teknik: pelarutan → penyaringan → penguapan sebagian → kristalisasi → pengeringan. Poin kunci gaya IGCSE: menyebut residu/filtrat, titik kristalisasi, dan cara mengeringkan kristal.

Tabel menunjukkan jumlah partikel dalam lima partikel A–E.

Partikel Proton Neutron Elektron

A	11	12	11
B	17	18	17
C	17	20	17
D	12	12	10
E	8	8	10

- Nyatakan** partikel yang merupakan ion negatif.
- Nyatakan** dua partikel yang merupakan isotop dari unsur yang sama.
- Deduksikan** lambang dan muatan partikel D.
- Hitung** nomor massa partikel C.
- Jelaskan** mengapa B dan C memiliki sifat kimia yang sama.

Kunci/rubrik: (a) E (8 proton, 10 elektron: kelebihan 2 elektron, O^{2-}) [1]

(b) B dan C (sama-sama 17 proton, neutron berbeda) [1]

(c) 12 proton $\rightarrow$ magnesium [1]; muatan $12 - 10 = +2 \rightarrow Mg^{2+}$ [1]

(d) $17 + 20 = 37$ [1]

(e) Keduanya punya 17 elektron dengan susunan sama (2, 8, 7) / jumlah elektron terluar sama [1]; sifat kimia ditentukan oleh elektron, neutron tidak ikut bereaksi [1]

Pembahasan: Kunci membaca tabel: proton menentukan unsur, (proton – elektron) menentukan muatan, (proton + neutron) menentukan nomor massa. B adalah ^{35}Cl , C adalah ^{37}Cl , A adalah atom ^{23}Na .

Laras membuat sel sederhana: sebatang logam dan sebatang tembaga dicelup ke larutan garam dapur lalu dihubungkan ke voltmeter. Tabel berikut berisi tegangan ideal sel tersebut: magnesium–tembaga 2,7 V; seng–tembaga 1,1 V; besi–tembaga 0,8 V; logam X–tembaga 0,5 V.

- Nyatakan** elektrode negatif pada sel seng–tembaga. [1]
- Deduksikan** urutan kereaktifan Mg, Zn, Fe, X, dan Cu, dari yang paling reaktif. [2]
- Jelaskan** mengapa sel magnesium–tembaga memberi tegangan terbesar. [2]
- Sarankan** tegangan sel magnesium–seng, lalu **nyatakan** elektrode negatifnya. [2]

Kunci/rubrik: (a) Seng [1]; logam yang lebih reaktif melepas elektron sehingga menjadi elektrode negatif (anode).

(b) $Mg > Zn > Fe > X > Cu$ [1 untuk urutan Mg, Zn, Fe; 1 untuk X di antara Fe dan Cu].

(c) Selisih kereaktifan Mg dan Cu paling besar [1]; Mg paling mudah melepas elektron, sehingga dorongan elektron (beda potensial) paling besar [1].

(d) $\pm 2,7 - 1,1 = 1,6$ V [1]; magnesium adalah elektrode negatif [1].

Pembahasan: Pada sel sederhana, makin jauh jarak kedua logam di deret kereaktifan, makin besar tegangannya.

Karena semua sel memakai tembaga sebagai pasangan, tegangan sel X–Cu menunjukkan posisi X: 0,5 V lebih kecil daripada Fe–Cu, jadi X kurang reaktif daripada Fe tetapi lebih reaktif daripada Cu.

Untuk Mg–Zn: $E \approx 2,7 - 1,1 = 1,6$ V (sama dengan selisih E° : $-0,76 - (-2,37) = 1,61$ V). Mg lebih reaktif, jadi Mg menjadi elektrode negatif.

Persiapan TKA/UTBK Kimia

Stoikiometri, struktur atom & ikatan, termokimia, laju & kesetimbangan, larutan, redoks, organik

Mata pelajaran: Kimia Jumlah soal: 25 Waktu: 75 menit Level: Lv 3 Pejuang, Lv 4 IGCSE

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 8 · Anomali energi ionisasi	Peserta didik dapat menganalisis anomali energi ionisasi (Bab 8: Tabel Periodik & Sifat Keperiodikan).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
2	Bab 21 · Katalis	Peserta didik dapat menganalisis katalis (Bab 21: Laju Reaksi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	D
3	Bab 7 · Energi ionisasi berturutan	Peserta didik dapat menerapkan konsep energi ionisasi berturutan (Bab 7: Konfigurasi Elektron & Bilangan Kuantum).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	C
4	Bab 12 · Bentuk molekul	Peserta didik dapat menerapkan konsep bentuk molekul (Bab 12: Bentuk Molekul: VSEPR & Hibridisasi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	B
5	Bab 18 · Persentase hasil	Peserta didik dapat menerapkan konsep persentase hasil (Bab 18: Stoikiometri Reaksi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	C
6	Bab 23 · Kelarutan gas dan suhu	Peserta didik dapat menerapkan konsep kelarutan gas dan suhu (Bab 23: Larutan & Konsentrasi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	B

7	Bab 24 · Larutan hipertonik	Peserta didik dapat menerapkan konsep larutan hipertonik (Bab 24: Sifat Koligatif Larutan).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	A
8	Bab 24 · Campuran es dan garam	Peserta didik dapat menerapkan konsep campuran es dan garam (Bab 24: Sifat Koligatif Larutan).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	D
9	Bab 26 · Asam kuat dan asam lemah	Peserta didik dapat menerapkan konsep asam kuat dan asam lemah (Bab 26: Asam & Basa).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	B
10	Bab 29 · Uji dikromat	Peserta didik dapat menerapkan konsep uji dikromat (Bab 29: Reaksi Redoks).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	D
11	Bab 33 · Oksidasi alkohol	Peserta didik dapat menerapkan konsep oksidasi alkohol (Bab 33: Gugus Fungsi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	A
12	Bab 33 · Deret homolog	Peserta didik dapat menerapkan konsep deret homolog (Bab 33: Gugus Fungsi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	D
13	Bab 12 · Hibridisasi	Peserta didik dapat menentukan rumus/nama hibridisasi (Bab 12: Bentuk Molekul: VSEPR & Hibridisasi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian rumus/nama	sp ³ d
14	Bab 17 · Rumus empiris	Peserta didik dapat menentukan rumus/nama rumus empiris (Bab 17: Konsep Mol).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian rumus/nama	CH ₂ O
15	Bab 27 · Penyangga tidak langsung	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis penyangga tidak langsung (Bab 27: Titrasi, Penyangga & Hidrolisis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	4,27

16	Bab 30 · ΔG° dari E°	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis δg° dari e° (Bab 30: Sel Volta & Baterai).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	-212,3 kJ
17	Bab 7 · Energi ionisasi berturutan	Peserta didik dapat menghitung dari data energi ionisasi berturutan (Bab 7: Konfigurasi Elektron & Bilangan Kuantum).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	5.140 kJ/mol
18	Bab 8 · Nomor atom dari letak	Peserta didik dapat menghitung dari data nomor atom dari letak (Bab 8: Tabel Periodik & Sifat Keperiodikan).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	12
19	Bab 17 · Mr dari volume gas	Peserta didik dapat menghitung dari data mr dari volume gas (Bab 17: Konsep Mol).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	44
20	Bab 19 · Kalorimeter kaleng	Peserta didik dapat menghitung dari data kalorimeter kaleng (Bab 19: Termokimia).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	-627 kJ/mol
21	Bab 21 · Laju rata-rata dari data	Peserta didik dapat menghitung dari data laju rata-rata dari data (Bab 21: Laju Reaksi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	1,55 cm ³ /s
22	Bab 22 · Konversi per lintasan	Peserta didik dapat menghitung dari data konversi per lintasan (Bab 22: Keseimbangan Kimia).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	51 kg
23	Bab 23 · Konsentrasi dalam mol/dm ³	Peserta didik dapat menghitung dari data konsentrasi dalam mol/dm ³ (Bab 23: Larutan & Konsentrasi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	0,2 mol/dm ³
24	Bab 32 · Rumus molekul dari Mr	Peserta didik dapat menyimpulkan identitas zat rumus molekul dari mr (Bab 32: Hidrokarbon & Minyak Bumi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian rumus/nama	C ₆ H ₁₄
25	Bab 32 · Massa CO ₂ dari pembakaran	Peserta didik dapat menghitung dari data massa co ₂ dari pembakaran (Bab 32: Hidrokarbon & Minyak Bumi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	9,1 kg

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 8 · Lv 3 · Pejuang · Pilihan ganda · Anomali energi ionisasi · 08-3-03

Energi ionisasi pertama magnesium 738 kJ/mol, sedangkan aluminium 578 kJ/mol, padahal Al punya proton lebih banyak. Penjelasan yang paling tepat adalah ...

- A. Al punya muatan inti lebih kecil daripada Mg.
- B. Elektron 3p pada Al sudah berpasangan sehingga saling tolak.
- C. Elektron yang dilepas dari Al berada di subkulit 3p yang energinya lebih tinggi dan sebagian terperisai oleh elektron 3s.
- D. Al adalah nonlogam sehingga sukar melepas elektron.

Kunci: C

Pembahasan: Mg: $[\text{Ne}] 3s^2$; Al: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$.

Elektron yang dilepas dari Al adalah elektron 3p yang berenergi lebih tinggi dan terperisai sebagian oleh pasangan 3s, sehingga lebih mudah dilepas. Pilihan B keliru: Al hanya punya satu elektron 3p (tidak berpasangan).

2. Bab 21 · Lv 3 · Pejuang · Pilihan ganda · Katalis · 21-3-03

Pernyataan yang benar tentang katalis adalah ...

- A. Katalis tidak ikut bereaksi sama sekali sehingga jumlahnya tetap.
- B. Katalis menaikkan energi kinetik rata-rata partikel pereaksi.
- C. Katalis memperbesar ΔH sehingga reaksi menjadi lebih eksoterm.
- D. Katalis menyediakan jalur reaksi lain dengan energi aktivasi lebih rendah dan terbentuk kembali di akhir reaksi.

Kunci: D

Pembahasan: Katalis ikut bereaksi (membentuk zat antara) tetapi terbentuk kembali, jadi jumlahnya di akhir tetap. Ia menurunkan E_a lewat jalur lain. Katalis tidak mengubah suhu (energi kinetik rata-rata) dan tidak mengubah ΔH .

3. Bab 7 · Lv 4 · IGCSE · Pilihan ganda · Energi ionisasi berturutan · gaya IGCSE · 07-4-04

Energi ionisasi berturutan unsur W (kJ/mol) adalah: 787; 1.577; 3.232; 4.356; 16.091; 19.805. **Deduksikan** golongan W.

- | | |
|--------------|-------------|
| A. 2 (IIA) | C. 14 (IVA) |
| B. 13 (IIIA) | D. 16 (VIA) |

Kunci: C

Pembahasan: Bandingkan kenaikan berturutan: $1.577/787 \approx 2,0$; $3.232/1.577 \approx 2,0$; $4.356/3.232 \approx 1,3$; **$16.091/4.356 \approx 3,7$** .

Lompatan terbesar terjadi setelah elektron keempat, jadi W punya 4 elektron di kulit terluar → golongan 14 (IVA). W adalah silikon.

4. Bab 12 · Lv 4 · IGCSE · Pilihan ganda · Bentuk molekul · gaya IGCSE · 12-4-02

Which molecule is **linear**?

- | | |
|------------------|-------------------------|
| A. SO_2 | C. H_2S |
| B. CO_2 | D. O_3 |

Kunci: B

Pembahasan: CO_2 : C punya 2 domain (dua ikatan rangkap, tanpa PEB) → linear. SO_2 dan O_3 punya 3 domain dengan 1 PEB (bengkok $\pm 118^\circ$); H_2S punya 4 domain dengan 2 PEB (bengkok $\pm 92^\circ$).

5. Bab 18 • Lv 4 • IGCSE • Pilihan ganda • Persentase hasil • gaya IGCSE • 18-4-03

12,0 g of magnesium is burned completely in air and 18,0 g of magnesium oxide is collected:

$2\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{MgO}$. What is the percentage yield? (Ar Mg = 24, O = 16)

- A. 66,7%
- B. 111%
- C. 90,0%
- D. 150%

Kunci: C

Pembahasan: $n_{\text{Mg}} = 12,0/24 = 0,500 \text{ mol} \rightarrow n_{\text{MgO}} = 0,500 \text{ mol} \rightarrow \text{hasil teoretis} = 0,500 \times 40 = 20,0 \text{ g}$. Rendemen = $18,0/20,0 \times 100\% = 90,0\%$. Pilihan 66,7% berasal dari 12/18 dan 150% dari 18/12: keduanya membandingkan massa pereaksi dengan produk, bukan hasil nyata dengan hasil teoretis.

6. Bab 23 • Lv 4 • IGCSE • Pilihan ganda • Kelarutan gas dan suhu • gaya IGCSE • 23-4-03

Ikan di sungai dekat saluran buangan air panas sebuah pabrik sering megap-megap di permukaan. Penjelasan yang paling tepat adalah ...

- A. Air panas melarutkan lebih banyak oksigen sehingga ikan keracunan oksigen
- B. Kelarutan gas oksigen dalam air berkurang ketika suhu air naik
- C. Air panas mengubah oksigen terlarut menjadi karbon dioksida
- D. Air panas meningkatkan tekanan oksigen di atas permukaan sungai

Kunci: B

Pembahasan: Berbeda dengan kebanyakan padatan, gas makin sukar larut ketika suhu naik: molekul gas yang lebih berenergi mudah lolos dari cairan. Air hangat menyimpan lebih sedikit oksigen terlarut, sehingga ikan kekurangan oksigen. Pencemaran semacam ini disebut *polusi termal*.

7. Bab 24 • Lv 4 • IGCSE • Pilihan ganda • Larutan hipertonik • gaya IGCSE • 24-4-04

Sel darah merah dimasukkan ke dalam larutan NaCl 3%. Apa yang akan teramati di bawah mikroskop?

- A. Sel mengerut (krenasi) karena air keluar dari sel
- B. Sel membengkak lalu pecah (hemolisis)
- C. Sel tetap normal karena larutannya isotonik
- D. Sel menyerap NaCl sampai kadarnya sama tanpa berubah bentuk

Kunci: A

Pembahasan: Larutan NaCl 3% jauh lebih pekat daripada cairan sel (yang isotonik dengan NaCl $\pm 0,9\%$): larutan ini hipertonik. Air keluar dari sel melalui osmosis, dan sel mengerut (krenasi).

8. Bab 24 • Lv 4 • IGCSE • Pilihan ganda • Campuran es dan garam • gaya IGCSE • 24-4-01

Ice cubes are sprinkled with salt and the temperature of the mixture falls to -12°C . Which statement best **explains** this? (Mengapa suhunya turun?)

- A. Salt is colder than ice, so it cools the mixture.
- B. Salt reacts with water in a strongly exothermic reaction.
- C. Salt raises the boiling point of water.
- D. Salt lowers the freezing point, so the ice melts and absorbs heat (kalor lebur) from the mixture.

Kunci: D

Pembahasan: Air garam membeku di bawah 0°C , jadi es yang bersentuhan dengan air garam mencair. Pencairan membutuhkan kalor lebur (334 J/g) yang diambil dari campuran itu sendiri, sehingga suhunya turun. Melarutkan NaCl justru sedikit endoterm, bukan eksoterm.

Larutan asam etanoat (asam asetat) dan asam klorida masing-masing 0,1 mol/dm³ dengan volume yang sama. Pernyataan manakah yang **benar**?

- A. Kedua larutan mempunyai pH yang sama.
- B. Asam klorida mempunyai pH lebih rendah karena terionisasi sempurna.
- C. Asam etanoat bereaksi lebih cepat dengan pita magnesium.
- D. Asam klorida membutuhkan lebih banyak NaOH untuk dinetralkan.

Kunci: B

Pembahasan: HCl terionisasi sempurna sehingga $[H^+]$ -nya lebih besar (pH 1 lawan $\pm 2,9$) dan bereaksi lebih cepat dengan Mg. Namun jumlah mol asamnya sama, sehingga keduanya membutuhkan NaOH yang **sama banyak**: asam lemah terus melepas H^+ selama dinetralkan.

Larutan kalium dikromat(VI) yang diasamkan ditambahkan ke cairan tak berwarna X, lalu dihangatkan. Warna berubah dari jingga menjadi hijau. Apa yang dapat **dideduksi** tentang X?

- A. X adalah oksidator (oxidising agent)
- B. X adalah asam kuat
- C. X mengandung ion kromium
- D. X adalah reduktor (reducing agent), misalnya etanol

Kunci: D

Pembahasan: Jingga ($Cr_2O_7^{2-}$, Cr +6) menjadi hijau (Cr^{3+} , Cr +3): dikromat tereduksi. Berarti X memberikan elektron, jadi X adalah reduktor. Etanol, misalnya, teroksidasi menjadi asam asetat. Inilah dasar uji alkohol napas klasik.

Etanol dipanaskan dengan larutan kalium dikromat(VI) yang diasamkan, dengan refluks. Perubahan warna larutan dan produk organik utamanya adalah ...

- A. jingga menjadi hijau; asam etanoat
- B. hijau menjadi jingga; etanal
- C. jingga menjadi hijau; etena
- D. ungu menjadi tak berwarna; asam etanoat

Kunci: A

Pembahasan: Ion dikromat $Cr_2O_7^{2-}$ (jingga) tereduksi menjadi Cr^{3+} (hijau). Dengan refluks, etanol (alkohol primer) teroksidasi sempurna: etanol $\rightarrow$ etanal $\rightarrow$ **asam etanoat**. Ungu menjadi tak berwarna adalah ciri kalium manganat(VII), dan etena terbentuk lewat dehidrasi, bukan oksidasi.

Deret homolog manakah yang mempunyai rumus umum $C_nH_{2n}O_2$?

- A. alkanol
- B. alkanal
- C. alkana
- D. asam alkanoat

Kunci: D

Pembahasan: Alkanol $C_nH_{2n+2}O$, alkanal $C_nH_{2n}O$, alkana C_nH_{2n+2} . **Asam alkanoat** $C_nH_{2n}O_2$, misalnya asam etanoat $C_2H_4O_2$ ($n = 2$). Ester juga berumus umum sama (isomer fungsi), tetapi tidak ada di pilihan.

13. Bab 12 · Lv 3 · Pejuang · Isian rumus/nama · Hibridisasi · 12-3-03

Tuliskan jenis hibridisasi atom P dalam fosforus pentaklorida, PCl_5 . (Tulis tanpa superskrip, misalnya sp3)

Jawaban:

Kunci: sp^3d

Pembahasan: P: 5 elektron valensi + 5 dari Cl = 10 elektron = 5 domain (AX_5 , bipiramida trigonal). Lima orbital hibrida = $s + 3p + d \rightarrow \text{sp}^3\text{d}$.

14. Bab 17 · Lv 3 · Pejuang · Isian rumus/nama · Rumus empiris · 17-3-03

Suatu senyawa mengandung 40,0% C, 6,67% H, dan 53,3% O (massa). Tuliskan rumus empirisnya. (Ar C = 12, H = 1, O = 16)

Jawaban:

Kunci: CH_2O

Pembahasan: Dalam 100 g: C = $40,0/12 = 3,33$ mol; H = $6,67/1 = 6,67$ mol; O = $53,3/16 = 3,33$ mol. Bagi dengan 3,33: C : H : O = 1 : 2 : 1. Rumus empiris CH_2O (sama dengan glukosa, asam asetat, dan formaldehida!).

15. Bab 27 · Lv 3 · Pejuang · Isian · Penyangga tidak langsung · 27-3-03

Sebanyak 100 mL CH_3COOH 0,10 M dicampur dengan 25 mL NaOH 0,10 M. Hitung pH campuran. ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$)

Jawaban:

Kunci: 4,27

Pembahasan: Mula-mula: CH_3COOH 10 mmol, NaOH 2,5 mmol. Setelah reaksi: CH_3COOH sisa 7,5 mmol, CH_3COO^- terbentuk 2,5 mmol $\rightarrow$ penyangga. $\text{pH} = 4,74 + \log(2,5/7,5) = 4,74 - 0,48 = 4,27$.

16. Bab 30 · Lv 3 · Pejuang · Isian · ΔG° dari E° · 30-3-03

Hitung ΔG° (kJ) untuk reaksi sel Daniell $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ dengan $E_{\text{sel}}^\circ = 1,10$ V. ($F = 96.485$ C/mol)

Jawaban: kJ

Kunci: -212,3 kJ

Pembahasan: Setiap atom Zn melepas 2 elektron, jadi $n = 2$. $\Delta G^\circ = -nFE^\circ = -2 \times 96.485 \times 1,10 = -212.267 \text{ J} \approx -212,3 \text{ kJ}$. Tanda negatif cocok dengan E_{sel}° positif: reaksi spontan.

17. Bab 7 · Lv 4 · IGCSE · Isian · Energi ionisasi berturutan · gaya IGCSE · 07-4-03

Energi ionisasi berturutan unsur Y (kJ/mol) adalah: 578; 1.817; 2.745; 11.577; 14.842. **Hitung** energi total yang dibutuhkan untuk mengubah 1 mol atom Y(g) menjadi ion $\text{Y}^{3+}(\text{g})$.

Jawaban: kJ/mol

Kunci: 5.140 kJ/mol

Pembahasan: $\text{Y}(\text{g}) \rightarrow \text{Y}^{3+}(\text{g}) + 3\text{e}^-$ membutuhkan $IE_1 + IE_2 + IE_3 = 578 + 1.817 + 2.745 = 5.140 \text{ kJ/mol}$. Lompatan besar setelah IE_3 ($11.577/2.745 \approx 4,2$) menunjukkan Y punya 3 elektron di kulit terluar: Y adalah aluminium, dan Al^{3+} memang ionnya yang stabil.

18. Bab 8 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Nomor atom dari letak • gaya IGCSE • 08-4-04

Element X is in Period 3 and Group 2 of the Periodic Table. **Deduksikan** nomor atom X.

Jawaban:

Kunci: 12

Pembahasan: Periode 3 → tiga kulit; golongan 2 → dua elektron valensi.

Susunan elektron 2, 8, 2 → jumlah elektron = proton = 12.

X adalah magnesium (Mg).

19. Bab 17 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Mr dari volume gas • gaya IGCSE • 17-4-04

Pada suhu dan tekanan kamar (1 mol gas = 24 dm³), 1,20 dm³ gas X bermassa 2,20 g. **Hitung** M_r gas X.

Jawaban:

Kunci: 44

Pembahasan: $n = 1,20/24 = 0,0500$ mol.

$M_r = m/n = 2,20/0,0500 = 44$. Gas X mungkin CO₂ atau N₂O.

20. Bab 19 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Kalorimeter kaleng • gaya IGCSE • 19-4-01

A student uses a spirit burner to heat 100 g of water in a copper can. The temperature rises from 24,0 °C to 54,0 °C and 0,92 g of ethanol ($M_r = 46$) is burned. **Hitung** entalpi pembakaran etanol dari data ini dalam kJ/mol. ($c = 4,18$ J/g·°C)

Jawaban: kJ/mol

Kunci: -627 kJ/mol

Pembahasan: $q = 100 \times 4,18 \times 30,0 = 12.540$ J = 12,54 kJ.

$n = 0,92/46 = 0,020$ mol.

$\Delta H_c = -12,54/0,020 = -627$ kJ/mol.

Nilai buku -1.367 kJ/mol. Hasil percobaan jauh lebih kecil karena banyak kalor hilang ke udara, pembakarannya tidak sempurna (jelaga), dan kaleng ikut menyerap kalor.

21. Bab 21 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Laju rata-rata dari data • gaya IGCSE • 21-4-02

Data volume CO₂ dari percobaan soal sebelumnya:

t (s): 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120

V (cm³): 0, 38, 62, 78, 88, 93, 96

Hitung laju rata-rata pembentukan gas selama 40 detik pertama (cm³/s).

Jawaban: cm³/s

Kunci: 1,55 cm³/s

Pembahasan: $v = \frac{62 - 0}{40 - 0} = 1,55$ cm³/s.

Bandingkan dengan 40 detik terakhir (80 → 120 s): $(96 - 88)/40 = 0,20$ cm³/s. Laju jauh lebih kecil karena pereaksi hampir habis.

22. Bab 22 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Konversi per lintasan • gaya IGCSE • 22-4-04

Di sebuah pabrik amonia, hanya 15% nitrogen yang bereaksi setiap kali gas melewati reaktor. Setiap menit 280 kg N₂ (dengan H₂ secukupnya) masuk ke reaktor. **Hitung** massa amonia (kg) yang terbentuk dalam satu lintasan setiap menit. (Ar N = 14, H = 1)

Jawaban: kg

Kunci: 51 kg

Pembahasan: $n_{\text{N}_2} = 280/28 = 10$ kmol; yang bereaksi $0,15 \times 10 = 1,5$ kmol.

Dari koefisien 1 : 2, $n_{\text{NH}_3} = 3,0$ kmol.

$m = 3,0 \times 17 = 51$ kg. Sisa 85% gas didaur ulang ke reaktor.

23. Bab 23 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Konsentrasi dalam mol/dm³ • gaya IGCSE • 23-4-01

A student dissolves 5,85 g of sodium chloride, NaCl, in distilled water and makes the solution up to 500 cm³ in a volumetric flask. **Hitung** konsentrasi larutan itu dalam mol/dm³. (M_r NaCl = 58,5)

Jawaban: mol/dm³

Kunci: 0,2 mol/dm³

Pembahasan: $n = 5,85/58,5 = 0,100$ mol.

$V = 500 \text{ cm}^3 = 0,500 \text{ dm}^3$.

$c = 0,100/0,500 = 0,200 \text{ mol/dm}^3$ (= 0,200 M).

24. Bab 32 • Lv 4 • IGCSE • Isian rumus/nama • Rumus molekul dari Mr • gaya IGCSE • 32-4-04

An alkane has a relative molecular mass of 86. **Deduksikan** rumus molekul alkana tersebut. (Ar C = 12, H = 1)

Jawaban:

Kunci: C₆H₁₄

Pembahasan: Alkana C_nH_{2n+2} punya $M_r = 12n + 2n + 2 = 14n + 2$.

$14n + 2 = 86 \rightarrow n = 6$.

Rumus molekul C₆H₁₄ (heksana atau salah satu isomernya).

25. Bab 32 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Massa CO₂ dari pembakaran • gaya IGCSE • 32-4-02

Calculate the mass of carbon dioxide formed. Sebanyak 3,0 kg butana dibakar sempurna:

$2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$. **Hitung** massa CO₂ yang terbentuk dalam kg. (Ar C = 12, H = 1, O = 16)

Jawaban: kg

Kunci: 9,1 kg

Pembahasan: $M_r \text{C}_4\text{H}_{10} = 58$; $n = 3000/58 = 51,7$ mol.

$n_{\text{CO}_2} = 4 \times 51,7 = 206,9$ mol.

$m = 206,9 \times 44 = 9.103 \text{ g} \approx \mathbf{9,10 \text{ kg}}$.

Massa CO₂ tiga kali massa butana, karena setiap atom C mengambil dua atom O dari udara.

Tantangan Olimpiade Kimia (OSN)

Stoikiometri lanjut, struktur, termodinamika, kinetika, kesetimbangan ionik, elektrokimia, organik, spektroskopi

Mata pelajaran: Kimia Jumlah soal: 15 Waktu: 150 menit Level: Lv 5 IB DP, Lv 6 Olimpiade

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 12 · Bentuk ion	Peserta didik dapat mengevaluasi bentuk ion (Bab 12: Bentuk Molekul: VSEPR & Hibridisasi).	L3 · Penalaran (Lv 5)	Pilihan ganda	C
2	Bab 37 · Pita kestabilan	Peserta didik dapat mengevaluasi pita kestabilan (Bab 37: Kimia Inti & Radioaktivitas).	L3 · Penalaran (Lv 5)	Pilihan ganda	B
3	Bab 7 · Konfigurasi ion logam transisi	Peserta didik dapat menentukan struktur/identitas konfigurasi ion logam transisi (Bab 7: Konfigurasi Elektron & Bilangan Kuantum).	L3 · Penalaran (Lv 5)	Isian rumus/nama	[Ar] 3d ⁹
4	Bab 18 · Reaksi berurutan	Peserta didik dapat menganalisis secara kuantitatif reaksi berurutan (Bab 18: Stoikiometri Reaksi).	L3 · Penalaran (Lv 5)	Isian	31,6 kg
5	Bab 34 · Kinetika substitusi nukleofilik	Peserta didik dapat menganalisis secara kuantitatif kinetika substitusi nukleofilik (Bab 34: Reaksi & Mekanisme Organik).	L3 · Penalaran (Lv 5)	Isian	0,02 L mol ⁻¹ s ⁻¹

6	Bab 20 · Tekanan penguraian batu kapur	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung tekanan penguraian batu kapur (Bab 20: Entropi & Energi Bebas Gibbs).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	0,119 bar
7	Bab 21 · Orde dari waktu paruh	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung orde dari waktu paruh (Bab 21: Laju Reaksi).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	600 s
8	Bab 22 · Persamaan van 't Hoff	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung persamaan van 't Hoff (Bab 22: Keseimbangan Kimia).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	57,2 kJ/mol
9	Bab 27 · Titrasi asam poliprotik	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung titrasi asam poliprotik (Bab 27: Titrasi, Penyangga & Hidrolisis).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	4,68
10	Bab 28 · Magnesium dari air laut	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung magnesium dari air laut (Bab 28: Kelarutan & Hasil Kali Kelarutan).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	9,01
11	Bab 30 · Menggabungkan setengah reaksi	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung menggabungkan setengah reaksi (Bab 30: Sel Volta & Baterai).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	-0,0367 V
12	Bab 39 · Analisis campuran	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung analisis campuran (Bab 39: Detektif Molekul: Analisis & Spektroskopi).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	33 %

13	Bab 12 · VSEPR, kepolaran, dan hibridisasi	Peserta didik dapat menganalisis dan mengevaluasi vsepr, kepolaran, dan hibridisasi (Bab 12: Bentuk Molekul: VSEPR & Hibridisasi).	L3 · Penalaran (Lv 5)	Uraian	rubrik
14	Bab 30 · Sel bahan bakar	Peserta didik dapat menganalisis dan mengevaluasi sel bahan bakar (Bab 30: Sel Volta & Baterai).	L3 · Penalaran (Lv 5)	Uraian	rubrik
15	Bab 39 · Penentuan struktur	Peserta didik dapat menganalisis dan mengevaluasi penentuan struktur (Bab 39: Detektif Molekul: Analisis & Spektroskopi).	L3 · Penalaran (Lv 5)	Uraian	rubrik

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 12 · Lv 5 · IB DP · Pilihan ganda · Bentuk ion · gaya IB · 12-5-04

Spesi manakah yang bentuknya **sama** dengan ion sulfat, SO_4^{2-} ?

- A. SO_3
B. BF_3

- C. NH_3
D. CO_3^{2-}

Kunci: C

Pembahasan: SO_4^{2-} : S 6 + 0 (O) + 2 (muatan) = 8 elektron = 4 domain dengan 1 PEB → piramida trigonal, sama dengan NH_3 , SO_3 , BF_3 , dan CO_3^{2-} semuanya 3 domain tanpa PEB (segitiga datar).

2. Bab 37 · Lv 5 · IB DP · Pilihan ganda · Pita kestabilan · gaya IB · 37-5-04

Karbon-11 (waktu paruh 20 menit) dipakai pada pemindaian PET. Inti $^{11}_6\text{C}$ mempunyai rasio $n/p = 5/6$, di bawah pita kestabilan. Cara peluruhan dan inti hasilnya adalah ...

- A. β^- , menghasilkan $^{11}_7\text{N}$
B. β^+ , menghasilkan $^{11}_5\text{B}$
C. α , menghasilkan ^7_4Be
D. γ , menghasilkan $^{11}_6\text{C}$ yang lebih stabil

Kunci: B

Pembahasan: $n/p = 5/6 < 1$ berarti kekurangan neutron. Inti menaikkan n/p dengan mengubah proton menjadi neutron: $^{11}_6\text{C} \rightarrow ^{11}_5\text{B} + ^0_{+1}\text{e}$. Boron-11 (5 p, 6 n) stabil. Positron yang dipancarkan musnah bersama elektron menjadi dua sinar γ yang ditangkap kamera PET.

Tuliskan konfigurasi elektron ion Cu^{2+} dengan notasi gas mulia. ($Z \text{ Cu} = 29$). Contoh cara menulis: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$

Jawaban:

Kunci: $[\text{Ar}] 3d^9$

Pembahasan: $\text{Cu} = [\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$ (pengecualian). Cu^{2+} melepas 2 elektron: satu dari 4s, lalu satu dari 3d $\rightarrow [\text{Ar}] 3d^9$.
Cek: $29 - 2 = 27 = 18 + 9$ ✓.

Satu elektron tak berpasangan membuat Cu^{2+} paramagnetik, dan subkulit d yang belum penuh membuat larutannya biru.

Kapur sirih, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dibuat dari batu kapur lewat dua tahap: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ (rendemen 90%), lalu $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ (rendemen 95%). Berapa kg kapur sirih yang diperoleh dari 50,0 kg CaCO_3 murni? (M_r : $\text{CaCO}_3 = 100$, $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 74$)

Jawaban: kg

Kunci: 31,6 kg

Pembahasan: $n_{\text{CaCO}_3} = 50,0/100 = 0,500$ kmol. Rantai koefisien 1 : 1 : 1, jadi tanpa kehilangan terbentuk 0,500 kmol $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 37,0$ kg.

Rendemen keseluruhan = $0,90 \times 0,95 = 0,855$.

Hasil nyata = $37,0 \times 0,855 = 31,6$ kg.

Data laju awal reaksi $\text{RBr} + \text{OH}^- \rightarrow \text{ROH} + \text{Br}^-$ pada 25 °C:

Percobaan 1: $[\text{RBr}] = 0,10$ mol/L; $[\text{OH}^-] = 0,10$ mol/L; laju = $2,0 \times 10^{-4}$ mol L⁻¹ s⁻¹

Percobaan 2: $[\text{RBr}] = 0,20$ mol/L; $[\text{OH}^-] = 0,10$ mol/L; laju = $4,0 \times 10^{-4}$ mol L⁻¹ s⁻¹

Percobaan 3: $[\text{RBr}] = 0,10$ mol/L; $[\text{OH}^-] = 0,20$ mol/L; laju = $4,0 \times 10^{-4}$ mol L⁻¹ s⁻¹

Hitung tetapan laju k (dalam L mol⁻¹ s⁻¹).

Jawaban: L mol⁻¹ s⁻¹

Kunci: 0,02 L mol⁻¹ s⁻¹

Pembahasan: Percobaan 1→2: $[\text{RBr}] \times 2$, laju $\times 2 \rightarrow$ orde 1 terhadap RBr.

Percobaan 1→3: $[\text{OH}^-] \times 2$, laju $\times 2 \rightarrow$ orde 1 terhadap OH⁻.

Laju = $k[\text{RBr}][\text{OH}^-]$ (orde total 2: ciri **SN2**, kemungkinan haloalkana primer).

$$k = \frac{2,0 \times 10^{-4}}{0,10 \times 0,10} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1} = \mathbf{0,020}.$$

Untuk $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$, $\Delta H^\circ = +178,3 \text{ kJ}$ dan $\Delta S^\circ = +160,6 \text{ J/K}$. Karena padatan murni tidak muncul dalam ungkapan kesetimbangan, $K = p_{\text{CO}_2}/p^\circ$ dengan $p^\circ = 1 \text{ bar}$. Perkirakan tekanan CO_2 setimbang (dalam bar) di atas batu kapur dalam tungku bersuhu 1000 K . Anggap ΔH° dan ΔS° tidak bergantung suhu. ($R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

Jawaban: bar

Kunci: 0,119 bar

Pembahasan: $\Delta G^\circ(1000 \text{ K}) = 178,3 - 1000 \times 0,1606 = +17,7 \text{ kJ}$.

$$\ln K = -\frac{17.700}{8,314 \times 1000} = -2,13 \rightarrow K = 0,119.$$

$p_{\text{CO}_2} \approx 0,12 \text{ bar}$. Nilainya di bawah 1 bar, sehingga pada 1000 K batu kapur hanya terus terurai bila CO_2 disapu keluar dari tungku. (Data percobaan memberi nilai sedikit lebih kecil karena ΔH° dan ΔS° sebenarnya berubah dengan suhu.)

Untuk reaksi $A \rightarrow \text{produk}$ dengan $v = -\frac{d[A]}{dt}$, waktu paruh adalah 40 s bila $[A]_0 = 0,80 \text{ M}$, dan 160 s bila $[A]_0 = 0,20 \text{ M}$. Berapa detik waktu yang dibutuhkan agar $[A]$ turun dari $0,80 \text{ M}$ menjadi $0,050 \text{ M}$?

Jawaban: s

Kunci: 600 s

Pembahasan: $[A]_0$ menjadi $\frac{1}{4}$ kali, waktu paruh menjadi 4 kali: $t_{1/2} \propto 1/[A]_0 \rightarrow \text{orde } 2$.

$$k = \frac{1}{t_{1/2}[A]_0} = \frac{1}{40 \times 0,80} = 0,03125 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ (cek: } 1/(0,03125 \times 0,20) = 160 \text{ s } \checkmark).$$

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = kt \rightarrow 20 - 1,25 = 0,03125 t \rightarrow t = 600 \text{ s}.$$

Perhatikan: $0,80 \rightarrow 0,050 \text{ M}$ adalah empat kali "separuh", tetapi waktunya $40 + 80 + 160 + 320 = 600 \text{ s}$, karena setiap waktu paruh orde 2 dua kali lebih panjang daripada sebelumnya.

Untuk $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$, $K_p = 0,113$ pada 298 K dan $K_p = 3,49$ pada 350 K . Anggap ΔH° tetap. Hitung ΔH° dalam kJ/mol .

Jawaban: kJ/mol

Kunci: 57,2 kJ/mol

$$\text{Pembahasan: } \ln \frac{3,49}{0,113} = \ln 30,9 = 3,430.$$

$$\frac{1}{298} - \frac{1}{350} = 4,99 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}.$$

$$\Delta H^\circ = \frac{8,314 \times 3,430}{4,99 \times 10^{-4}} = 5,72 \times 10^4 \text{ J/mol} = +57,2 \text{ kJ/mol}.$$

Positif (endoterm), cocok dengan gas yang makin cokelat saat dipanaskan, dan sama dengan energi yang dibutuhkan untuk memutus ikatan N-N yang lemah.

Sebanyak 25,0 mL H_3PO_4 0,10 M dititrasi dengan NaOH 0,10 M. Perkirakan pH di titik ekuivalen pertama. ($\text{p}K_{a1} = 2,15$; $\text{p}K_{a2} = 7,20$; $\text{p}K_{a3} = 12,35$)

Jawaban:

Kunci: 4,68

Pembahasan: Di titik ekuivalen pertama semua H_3PO_4 menjadi H_2PO_4^- , ion amfiprotik.

$\text{pH} \approx \frac{1}{2}(\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2}) = \frac{1}{2}(2,15 + 7,20) = 4,68$.

Perhitungan lengkap dengan keseimbangan muatan (konsentrasi 0,050 M) memberi 4,70, hampir sama. Indikator yang cocok: metil jingga atau metil merah.

Air laut mengandung Mg^{2+} sekitar 0,053 M dan Ca^{2+} sekitar 0,010 M. Untuk memperoleh magnesium, ke air laut ditambahkan kapur tohor sehingga pH naik. Pada pH berapa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ mulai mengendap? ($K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 5,6 \times 10^{-12}$; $K_{sp} \text{Ca}(\text{OH})_2 = 5,0 \times 10^{-6}$)

Jawaban:

Kunci: 9,01

Pembahasan: $[\text{OH}^-] = \sqrt{5,6 \times 10^{-12} / 0,053} = 1,03 \times 10^{-5} \text{ M} \rightarrow \text{pOH} = 4,99 \rightarrow \text{pH} = 9,01$.

Pada pH 11 ($[\text{OH}^-] = 10^{-3}$): $[\text{Mg}^{2+}]$ sisa $= 5,6 \times 10^{-12} / 10^{-6} = 5,6 \times 10^{-6} \text{ M}$, jadi 99,99% Mg sudah mengendap, sedangkan $Q_{sp} \text{Ca}(\text{OH})_2 = 0,010 \times (10^{-3})^2 = 10^{-8} < 5,0 \times 10^{-6}$: kalsium tidak ikut mengendap. Pemisahan selektif yang rapi! Air laut sendiri (pH $\pm 8,1$) belum mengendapkan $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Diketahui $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$, $E^\circ = +0,77 \text{ V}$ dan $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$, $E^\circ = -0,44 \text{ V}$. Hitung E° (V) untuk setengah reaksi $\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$.

Jawaban: V

Kunci: -0,0367 V

Pembahasan: Jumlahkan energi bebasnya, bukan potensialnya:

$$\Delta G_3^\circ = \Delta G_1^\circ + \Delta G_2^\circ$$

$$-3FE_3^\circ = -1F(0,77) - 2F(-0,44)$$

$$E_3^\circ = \frac{0,77 - 0,88}{3} = -0,037 \text{ V}.$$

Menjumlahkan langsung ($0,77 - 0,44 = 0,33 \text{ V}$) keliru karena jumlah elektron setiap setengah reaksi berbeda.

Campuran NaCl dan KCl bermassa 1,000 g dilarutkan, lalu semua kloridanya diendapkan sebagai AgCl. Endapan kering bermassa 2,100 g. Hitung persen massa NaCl dalam campuran. (Ar Na 23, K 39, Cl 35,5, Ag 108)

Jawaban: %

Kunci: 33 %

Pembahasan: Misalkan massa NaCl = x g, KCl = $(1,000 - x)$ g.

$$\text{Mol Cl}^- = \text{mol AgCl}: \frac{x}{58,5} + \frac{1,000 - x}{74,5} = \frac{2,100}{143,5} = 0,014634.$$

$$x \left(\frac{1}{58,5} - \frac{1}{74,5} \right) = 0,014634 - 0,013423 = 0,001211.$$

$$x = 0,001211 / 0,003671 = 0,330 \text{ g} \rightarrow \mathbf{33,0\% \text{ NaCl.}}$$

Cek kewajaran: AgCl dari 1 g NaCl murni 2,45 g, dari KCl murni 1,93 g; 2,100 g berada di antaranya, lebih dekat ke KCl.

Belerang dioksida, SO_2 , dan belerang trioksida, SO_3 , keluar dari pembakaran batu bara.

- Tentukan jumlah domain elektron di sekitar S dan geometri molekul masing-masing.
- Ramalkan sudut ikatan O–S–O pada keduanya dan jelaskan perbedaannya.
- Jelaskan mengapa SO_2 polar sedangkan SO_3 nonpolar.
- Nyatakan hibridisasi atom S pada keduanya.

Kunci/rubrik: (a) SO_2 : 3 domain (2 ikatan + 1 PEB) $\rightarrow$ bengkok [1]; SO_3 : 3 domain tanpa PEB $\rightarrow$ segitiga datar [1]

(b) SO_3 120° [1]; SO_2 sedikit $< 120^\circ$ (data $\pm 119^\circ$) karena PEB menolak lebih kuat [1]

(c) Pada SO_2 dipol S–O tidak saling meniadakan karena bentuknya bengkok/ada PEB [1]; pada SO_3 tiga dipol sama besar bersudut 120° sehingga jumlah vektornya nol [1]

(d) sp^2 pada keduanya (3 domain) [1]

Pembahasan: Ingat: ikatan rangkap S=O dihitung satu domain, dan O yang berikatan rangkap menyumbang 0 elektron pada hitungan domain: SO_2 : $\frac{1}{2}(6 + 0) = 3$; SO_3 : juga 3, tetapi seluruhnya PEI. Hibridisasi sama, kepolaran berbeda: bukti bahwa PEB menentukan simetri.

Sebuah sel bahan bakar hidrogen bermembran penghantar proton bekerja pada 298 K.

- Tuliskan setengah reaksi di anode dan di katode. [2]
- Dengan $E^\circ \text{O}_2/\text{H}_2\text{O} = +1,23 \text{ V}$, hitung ΔG° untuk $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$. [2]
- ΔH° reaksi tersebut -572 kJ . Hitung efisiensi maksimum teoretis sel, $\Delta G^\circ/\Delta H^\circ$. [1]
- Sarankan dua alasan mengapa tegangan sel yang sedang bekerja hanya $\pm 0,7 \text{ V}$. [2]

Kunci/rubrik: (a) Anode: $\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$ [1]; katode: $\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ [1].

(b) $n = 4$ [1]; $\Delta G^\circ = -4 \times 96.485 \times 1,23 = -4,75 \times 10^5 \text{ J} = -475 \text{ kJ}$ [1].

(c) $475/572 = 0,83$, jadi efisiensi maksimum $\pm 83\%$ [1].

(d) Dua dari: hambatan dalam membran dan elektrode; reaksi elektrode yang lambat (overpotensial, terutama reduksi O_2); tekanan atau konsentrasi gas tidak standar; suhu bukan 298 K; sebagian gas bocor menembus membran [2].

Pembahasan: Pada (b), persamaan untuk 2 mol H_2O memindahkan 4 mol elektron. Hasil -475 kJ berarti -237 kJ per mol air, sama dengan ΔG_f° air cair, cek kewajaran yang bagus.

Pada (c), mesin bakar dibatasi siklus panas (Carnot) dengan efisiensi praktis 25–40%, sedangkan sel bahan bakar dibatasi $\Delta G/\Delta H$, jauh lebih tinggi.

Tiga isomer C_3H_8O adalah propan-1-ol, propan-2-ol, dan metoksietana.

- Hitung IHD C_3H_8O dan nyatakan artinya. [1]
- Jelaskan bagaimana spektrum IR membedakan metoksietana dari kedua alkohol. [2]
- Ramalkan spektrum 1H NMR propan-2-ol: jumlah sinyal, perbandingan integrasi, dan pola pemecahan setiap sinyal. [3]
- Satu alkohol memberi puncak dasar m/z 31, yang lain m/z 45. Tentukan masing-masing dan tuliskan rumus ionnya. [2]

Kunci/rubrik: (a) $IHD = (2 \cdot 3 + 2 - 8)/2 = 0$: jenuh, tanpa ikatan π dan cincin [1].

(b) Metoksietana tidak punya O-H, jadi tidak ada pita lebar $3200-3600\text{ cm}^{-1}$ [1]; kedua alkohol memilikinya (ketiganya punya C-O $1050-1410\text{ cm}^{-1}$) [1].

(c) 3 sinyal [1]; perbandingan 6 : 1 : 1 [1]; CH_3 dublet, CH septet, OH singlet [1].

(d) Propan-1-ol: m/z 31 = CH_2OH^+ [1]; propan-2-ol: m/z 45 = CH_3CHOH^+ [1].

Pembahasan: Pada propan-2-ol, dua CH_3 setara (6H) bertetangga dengan satu H $\rightarrow$ dublet; CH bertetangga dengan 6 H $\rightarrow$ 7 puncak (septet); H pada O tidak dipecah. Pemecahan di sebelah atom O menghasilkan ion yang distabilkan oksigen: propan-1-ol kehilangan C_2H_5 ($60 - 29 = 31$), propan-2-ol kehilangan CH_3 ($60 - 15 = 45$).