



Physicspedia

PAKET UJIAN • EDISI GURU

Physicspedia

Fisika Itu Asyik!

6 paket ujian siap pakai, dari IPA 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/physicspedia

Tentang paket ujian edisi guru

Paket	Cakupan	Level	Soal	Waktu
Paket A · IPA Fisika SMP	Fase D (kelas VII–IX)	Lv 1, Lv 2	25	60 menit
Paket B · Fisika Kelas X	Fase E (pengukuran, vektor, kinematika, energi & iklim)	Lv 2, Lv 3	24	75 menit
Paket C · Fisika Kelas XI	Fase F (mekanika, fluida, kalor & termodinamika)	Lv 3	23	90 menit
Paket D · Fisika Kelas XII	Fase F (gelombang, listrik-magnet, fisika modern, digital)	Lv 3	23	90 menit
Paket E · Persiapan TKA Fisika	Kinematika, dinamika, fluida, gelombang, kalor & termodinamika, kelistrikan	Lv 3, Lv 4	25	60 menit
Paket F · Tantangan IGCSE · IB · Olimpiade	Lintas bab, Lv 4–6	Lv 4, Lv 5, Lv 6	20	150 menit

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

Physicspedia · Fisika 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, Lab Mini, dan latihan berskor: aurumgen.my.id/physicspedia

Daftar isi

A	IPA Fisika SMP — Fase D (kelas VII–IX)	4
B	Fisika Kelas X — Fase E (pengukuran, vektor, kinematika, energi & iklim)	12
C	Fisika Kelas XI — Fase F (mekanika, fluida, kalor & termodinamika)	20
D	Fisika Kelas XII — Fase F (gelombang, listrik-magnet, fisika modern, digital)	29
E	Persiapan TKA Fisika — Kinematika, dinamika, fluida, gelombang, kalor & termodinamika, kelistrikan	37
F	Tantangan IGCSE · IB · Olimpiade — Lintas bab, Lv 4–6	47

Mata pelajaran: Fisika Jumlah soal: 25 Waktu: 60 menit Level: Lv 1 Pemula, Lv 2 Penjelajah

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 1 · Skala	Peserta didik dapat mengidentifikasi skala (Bab 1: Kenapa Fisika? Membaca Aturan Main Alam).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	D
2	Bab 2 · Arti mengukur	Peserta didik dapat mengidentifikasi arti mengukur (Bab 2: Besaran, Satuan & Pengukuran).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	A
3	Bab 4 · GLB	Peserta didik dapat mengidentifikasi glb (Bab 4: Gerak Lurus).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	A
4	Bab 6 · Hukum III	Peserta didik dapat mengidentifikasi hukum iii (Bab 6: Hukum Newton tentang Gerak).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	C
5	Bab 18 · Besaran gelombang	Peserta didik dapat mengidentifikasi besaran gelombang (Bab 18: Gelombang Mekanik).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	D
6	Bab 23 · Rangkaian rumah	Peserta didik dapat mengidentifikasi rangkaian rumah (Bab 23: Listrik Dinamis).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	A
7	Bab 24 · Bahan magnetik	Peserta didik dapat mengidentifikasi bahan magnetik (Bab 24: Medan Magnet).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	C

8	Bab 34 · Aksi hemat energi	Peserta didik dapat mengidentifikasi aksi hemat energi (Bab 34: Energi Terbarukan & Perubahan Iklim).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	D
9	Bab 34 · Gas rumah kaca	Peserta didik dapat mengidentifikasi gas rumah kaca (Bab 34: Energi Terbarukan & Perubahan Iklim).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	D
10	Bab 35 · Warna dan suhu bintang	Peserta didik dapat mengidentifikasi warna dan suhu bintang (Bab 35: Astrofisika & Alam Semesta).	L1 · Pemahaman (Lv 1)	Pilihan ganda	D
11	Bab 1 · Variabel kontrol	Peserta didik dapat menjelaskan variabel kontrol (Bab 1: Kenapa Fisika? Membaca Aturan Main Alam).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	D
12	Bab 2 · Konversi km/jam	Peserta didik dapat menghitung konversi km/jam (Bab 2: Besaran, Satuan & Pengukuran).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	100 m/s
13	Bab 4 · GLBB	Peserta didik dapat menghitung glbb (Bab 4: Gerak Lurus).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	12 m/s
14	Bab 6 · Berat	Peserta didik dapat menghitung berat (Bab 6: Hukum Newton tentang Gerak).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	450 N
15	Bab 8 · Energi potensial	Peserta didik dapat menghitung energi potensial (Bab 8: Usaha, Energi & Daya).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	160 J
16	Bab 13 · Tekanan hidrostatik	Peserta didik dapat menghitung tekanan hidrostatik (Bab 13: Fluida Statis).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	50.000 Pa
17	Bab 15 · Skala suhu	Peserta didik dapat menghitung skala suhu (Bab 15: Suhu, Kalor & Perpindahan Kalor).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	104 °F

18	Bab 15 · Kalor laten	Peserta didik dapat menghitung kalor laten (Bab 15: Suhu, Kalor & Perpindahan Kalor).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	168 kJ
19	Bab 18 · Periode	Peserta didik dapat menghitung periode (Bab 18: Gelombang Mekanik).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	5 s
20	Bab 19 · Layangan	Peserta didik dapat menghitung layangan (Bab 19: Bunyi).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	4 Hz
21	Bab 19 · Panjang gelombang bunyi	Peserta didik dapat menghitung panjang gelombang bunyi (Bab 19: Bunyi).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	0,5 m
22	Bab 20 · Dua cermin bersudut	Peserta didik dapat menghitung dua cermin bersudut (Bab 20: Cermin, Lensa & Alat Optik).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	7 bayangan
23	Bab 33 · Kecepatan tsunami	Peserta didik dapat menghitung kecepatan tsunami (Bab 33: Fisika Bumi & Bencana).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	100 m/s
24	Bab 33 · Jarak dari jeda S–P	Peserta didik dapat menghitung jarak dari jeda s–p (Bab 33: Fisika Bumi & Bencana).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	120 km
25	Bab 35 · Waktu tempuh cahaya	Peserta didik dapat menghitung waktu tempuh cahaya (Bab 35: Astrofisika & Alam Semesta).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	1,28 s

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 1 · Lv 1 · Pemula · Pilihan ganda · Skala · 01-1-03

Manakah yang ukurannya **paling kecil**?

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| A. semut rangrang | C. sel darah merah |
| B. tebal sehelai rambut | D. atom hidrogen |

Kunci: D

Pembahasan: Urutan dari besar ke kecil: semut rangrang ($\sim 10^{-2}$ m), tebal rambut ($\sim 10^{-4}$ m), sel darah merah ($\sim 10^{-5}$ m), dan atom hidrogen ($\sim 10^{-10}$ m). Atom puluhan ribu kali lebih kecil daripada sel darah merah!

2. Bab 2 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Arti mengukur • 02-1-01

Mengukur adalah...

- A. membandingkan suatu besaran dengan besaran sejenis yang dijadikan satuan
- B. menebak besar sesuatu dengan perasaan
- C. menghitung banyaknya benda
- D. menimbang benda di pasar

Kunci: A

Pembahasan: Mengukur berarti membandingkan sesuatu dengan patokan sejenis yang disepakati, yaitu satuan. Contoh: "meja 120 cm" berarti meja itu sepanjang 120 kali patokan 1 cm.

3. Bab 4 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • GLB • 04-1-03

Sebuah mobil bergerak di jalan tol yang lurus, dan jarum spidometernya terus menunjuk 80 km/jam. Gerak mobil ini disebut...

- A. gerak lurus beraturan (GLB)
- B. gerak lurus berubah beraturan dipercepat
- C. gerak lurus berubah beraturan diperlambat
- D. gerak jatuh bebas

Kunci: A

Pembahasan: Lintasannya lurus dan kecepatannya tetap (80 km/jam), jadi percepatannya nol. Itulah GLB.

4. Bab 6 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Hukum III • 06-1-04

Ketika kamu mendorong dinding, dinding mendorong tanganmu kembali dengan gaya yang sama besar. Ini adalah contoh Hukum Newton yang ke...

- | | |
|-------|--------|
| A. I | C. III |
| B. II | D. IV |

Kunci: C

Pembahasan: Hukum III Newton (aksi-reaksi): gaya selalu berpasangan, sama besar, berlawanan arah, dan bekerja pada dua benda yang berbeda (tangan dan dinding).

5. Bab 18 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Besaran gelombang • 18-1-03

Jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan disebut...

- | | |
|--------------|----------------------|
| A. amplitudo | C. frekuensi |
| B. periode | D. panjang gelombang |

Kunci: D

Pembahasan: Panjang gelombang (λ) adalah jarak dua puncak berurutan, atau dua lembah berurutan. Amplitudo adalah simpangan terbesar, periode adalah waktu satu getaran, dan frekuensi adalah banyak getaran tiap detik.

6. Bab 23 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Rangkaian rumah • 23-1-03

Lampu-lampu di rumah dirangkai **paralel**. Keuntungan utamanya adalah...

- A. jika satu lampu padam, lampu lain tetap menyala dengan tegangan penuh
- B. arus di semua lampu selalu sama besar
- C. tagihan listrik menjadi gratis
- D. kabel yang dibutuhkan paling sedikit

Kunci: A

Pembahasan: Pada rangkaian paralel, setiap lampu punya cabang sendiri dan mendapat tegangan yang sama ($\pm 220\text{ V}$). Jika satu lampu putus, cabang lain tidak terputus, sehingga lampu lain tetap menyala.

7. Bab 24 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Bahan magnetik • 24-1-02

Benda yang ditarik **kuat** oleh magnet adalah...

- A. kaleng minuman aluminium
- B. cincin emas
- C. paku besi
- D. kabel tembaga

Kunci: C

Pembahasan: Besi adalah bahan **feromagnetik**, sehingga ditarik kuat oleh magnet. Aluminium, emas, dan tembaga praktis tidak ditarik magnet, walaupun semuanya logam.

8. Bab 34 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Aksi hemat energi • 34-1-04

Kebiasaan mana yang paling membantu mengurangi pemakaian energi dan emisi CO_2 ?

- A. menyalakan lampu kamar di siang hari
- B. membiarkan charger tetap tertancap di stopkontak
- C. menyetel AC pada suhu 16°C
- D. berjalan kaki atau bersepeda ke sekolah yang dekat

Kunci: D

Pembahasan: Berjalan kaki atau bersepeda tidak membakar bensin sama sekali. Tiga pilihan lain justru memboroskan listrik: lampu di siang hari, charger yang tetap menyedot daya siaga, dan AC yang disetel sangat dingin.

9. Bab 34 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Gas rumah kaca • 34-1-02

Gas yang paling banyak dihasilkan saat bensin dan batu bara dibakar, dan menjadi penyebab utama pemanasan global, adalah...

- A. oksigen (O_2)
- B. helium (He)
- C. nitrogen (N_2)
- D. karbon dioksida (CO_2)

Kunci: D

Pembahasan: Karbon dalam bahan bakar bergabung dengan oksigen menjadi karbon dioksida: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$. CO_2 adalah gas rumah kaca yang menyerap sinar inframerah dari permukaan Bumi.

10. Bab 35 • Lv 1 • Pemula • Pilihan ganda • Warna dan suhu bintang • 35-1-04

Bintang dengan warna manakah yang permukaannya paling panas?

- A. merah
- B. kuning
- C. oranye
- D. biru

Kunci: D

Pembahasan: Makin panas sebuah benda, makin pendek panjang gelombang puncak pancarannya (hukum Wien). Bintang biru bisa lebih dari 20.000 K, Matahari yang kuning ± 5.800 K, dan bintang merah sekitar 3.000 K.

11. Bab 1 • Lv 2 • Penjelajah • Pilihan ganda • Variabel kontrol • 01-2-03

Sari ingin menyelidiki apakah **panjang tali** memengaruhi periode bandul. Variabel yang harus dibuat **tetap** (variabel kontrol) adalah...

- A. panjang tali
- B. periode bandul
- C. warna benang
- D. massa beban dan sudut simpangan

Kunci: D

Pembahasan: Panjang tali adalah variabel **bebas** (yang diubah), sedangkan periode adalah variabel **terikat** (yang diukur). Hal lain yang mungkin berpengaruh, yaitu massa beban dan sudut simpangan, harus dibuat **tetap** agar perbandingannya adil. Warna benang tidak berpengaruh pada gerak bandul.

12. Bab 2 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Konversi km/jam • 02-2-01

Sebuah kereta cepat melaju 360 km/jam. Nyatakan kelajuannya dalam m/s.

Jawaban: m/s

Kunci: 100 m/s

Pembahasan: $360 \frac{\text{km}}{\text{jam}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ s}} = \frac{360}{3,6} = 100 \text{ m/s}$.

Setiap detik kereta berpindah sepanjang lapangan sepak bola!

13. Bab 4 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • GLBB • 04-2-03

Sebuah angkot mulai bergerak dari keadaan diam dengan percepatan tetap 2 m/s^2 . Berapa kecepatannya setelah 6 s?

Jawaban: m/s

Kunci: 12 m/s

Pembahasan: $v = v_0 + at = 0 + 2 \times 6 = 12 \text{ m/s}$ (sekitar 43 km/jam).

14. Bab 6 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Berat • 06-2-02

Massa Sari 45 kg. Berapa beratnya di Bumi jika $g = 10 \text{ m/s}^2$?

Jawaban: N

Kunci: 450 N

Pembahasan: Berat adalah gaya gravitasi: $w = mg = 45 \times 10 = 450 \text{ N}$. Ingat, massanya tetap 45 kg. Yang bernilai 450 N adalah beratnya.

15. Bab 8 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Energi potensial • 08-2-03

Durian bermassa 2 kg tergantung 8 m di atas tanah. Dengan $g = 10 \text{ m/s}^2$, berapa energi potensialnya terhadap tanah?

Jawaban: J

Kunci: 160 J

Pembahasan: $E_p = mgh = 2 \times 10 \times 8 = 160 \text{ J}$. Itu sebabnya jangan berteduh di bawah pohon durian yang sedang berbuah!

16. Bab 13 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Tekanan hidrostatik • 13-2-02

Berapa tekanan hidrostatik di dasar kolam renang sedalam 5 m? ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Jawaban: Pa

Kunci: 50.000 Pa

Pembahasan: $P_h = \rho gh = 1000 \times 10 \times 5 = 50.000 \text{ Pa} = 50 \text{ kPa}$.

17. Bab 15 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Skala suhu • 15-2-01

Suhu tubuh Sari saat demam 40°C . Berapa suhu itu dalam skala Fahrenheit?

Jawaban: $^\circ\text{F}$

Kunci: 104 $^\circ\text{F}$

Pembahasan: $F = \frac{9}{5}C + 32 = \frac{9}{5} \times 40 + 32 = 72 + 32 = 104^\circ\text{F}$.

18. Bab 15 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Kalor laten • 15-2-03

Berapa kilojoule kalor yang diperlukan untuk meleburkan seluruh 0,5 kg es bersuhu 0°C menjadi air 0°C ? (kalor lebur es 336.000 J/kg)

Jawaban: kJ

Kunci: 168 kJ

Pembahasan: Suhu tidak berubah, jadi pakai kalor laten: $Q = mL = 0,5 \times 336.000 = 168.000 \text{ J} = 168 \text{ kJ}$.

19. Bab 18 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Periode • 18-2-02

Perahu nelayan di Teluk Ambon naik-turun 12 kali dalam 1 menit karena ombak. Berapa periode ombak itu?

Jawaban: s

Kunci: 5 s

Pembahasan: Periode = waktu untuk satu getaran: $T = \frac{60 \text{ s}}{12} = 5 \text{ s}$. Frekuensinya $f = 1/T = 0,2 \text{ Hz}$.

20. Bab 19 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Layangan • 19-2-04

Dua garpu tala berfrekuensi 256 Hz dan 260 Hz dibunyikan bersamaan. Berapa banyak layangan (denyut kenyaringan) yang terdengar setiap detik?

Jawaban: Hz

Kunci: 4 Hz

Pembahasan: $f_L = |f_1 - f_2| = |256 - 260| = 4 \text{ Hz}$, artinya kenyaringan naik-turun 4 kali setiap detik.

21. Bab 19 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Panjang gelombang bunyi • 19-2-03

Sebuah garpu tala bergetar dengan frekuensi 680 Hz di udara yang cepat rambat bunyinya 340 m/s. Berapa panjang gelombang bunyinya?

Jawaban: m

Kunci: 0,5 m

Pembahasan: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{680} = 0,5 \text{ m}.$

22. Bab 20 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Dua cermin bersudut • 20-2-01

Dua cermin datar disusun membentuk sudut 45°. Sebuah kelereng diletakkan di antara keduanya. Berapa jumlah bayangan kelereng yang terbentuk?

Jawaban: bayangan

Kunci: 7 bayangan

Pembahasan: $n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 = \frac{360^\circ}{45^\circ} - 1 = 8 - 1 = 7 \text{ bayangan}.$

23. Bab 33 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Kecepatan tsunami • 33-2-02

Hitung cepat rambat tsunami di laut yang dalamnya 1.000 m. Gunakan $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Jawaban: m/s

Kunci: 100 m/s

Pembahasan: $v = \sqrt{gh} = \sqrt{10 \times 1000} = \sqrt{10\,000} = 100 \text{ m/s}$, atau 360 km/jam, secepat kereta cepat!

24. Bab 33 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Jarak dari jeda S-P • 33-2-01

Selisih waktu tiba gelombang S dan P di sebuah stasiun adalah 15 s. Dengan patokan "8 km untuk setiap detik jeda", berapa jarak stasiun ke pusat gempa?

Jawaban: km

Kunci: 120 km

Pembahasan: $d \approx 8 \times \Delta t = 8 \times 15 = 120 \text{ km}.$

25. Bab 35 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Waktu tempuh cahaya • 35-2-01

Jarak Bumi ke Bulan $\pm 384.000 \text{ km}$ dan cepat rambat cahaya $\pm 300.000 \text{ km/s}$. Berapa detik cahaya yang dipantulkan Bulan sampai ke Bumi?

Jawaban: s

Kunci: 1,28 s

Pembahasan: $t = \frac{d}{c} = \frac{384\,000 \text{ km}}{300\,000 \text{ km/s}} = 1,28 \text{ s}.$ Bulan yang kamu lihat adalah Bulan 1,28 detik yang lalu.

Mata pelajaran: Fisika

Jumlah soal: 24

Waktu: 75 menit

Level: Lv 2 Penjelajah, Lv 3 Pejuang

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 2 · Angka penting	Peserta didik dapat menjelaskan angka penting (Bab 2: Besaran, Satuan & Pengukuran).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	B
2	Bab 4 · Kemiringan grafik v-t	Peserta didik dapat menjelaskan kemiringan grafik v-t (Bab 4: Gerak Lurus).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	A
3	Bab 5 · Sudut kembar	Peserta didik dapat menjelaskan sudut kembar (Bab 5: Gerak Parabola & Gerak Relatif 2D).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	B
4	Bab 34 · Albedo	Peserta didik dapat menjelaskan albedo (Bab 34: Energi Terbarukan & Perubahan Iklim).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Pilihan ganda	B
5	Bab 2 · Homogenitas dimensi	Peserta didik dapat menganalisis homogenitas dimensi (Bab 2: Besaran, Satuan & Pengukuran).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	D
6	Bab 3 · Perahu dan arus	Peserta didik dapat menganalisis perahu dan arus (Bab 3: Vektor & Matematika Secukupnya).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	A
7	Bab 34 · Neraca energi	Peserta didik dapat menganalisis neraca energi (Bab 34: Energi Terbarukan & Perubahan Iklim).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	A
8	Bab 2 · Konversi km/jam	Peserta didik dapat menghitung konversi km/jam (Bab 2: Besaran, Satuan & Pengukuran).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	100 m/s
9	Bab 2 · Membaca jangka sorong	Peserta didik dapat menghitung membaca jangka sorong (Bab 2: Besaran, Satuan & Pengukuran).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	41,6 mm

10	Bab 3 · Besar vektor	Peserta didik dapat menghitung besar vektor (Bab 3: Vektor & Matematika Secukupnya).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	13
11	Bab 3 · Kemiringan grafik	Peserta didik dapat menghitung kemiringan grafik (Bab 3: Vektor & Matematika Secukupnya).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	3 m/s
12	Bab 4 · GLBB	Peserta didik dapat menghitung glbb (Bab 4: Gerak Lurus).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	12 m/s
13	Bab 4 · Kelajuan rata-rata	Peserta didik dapat menghitung kelajuan rata-rata (Bab 4: Gerak Lurus).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	9,8 m/s
14	Bab 5 · Jatuh dari meja	Peserta didik dapat menghitung jatuh dari meja (Bab 5: Gerak Parabola & Gerak Relatif 2D).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	0,4 s
15	Bab 5 · Menguraikan kecepatan	Peserta didik dapat menghitung menguraikan kecepatan (Bab 5: Gerak Parabola & Gerak Relatif 2D).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	8 m/s
16	Bab 34 · Daya panel surya	Peserta didik dapat menghitung daya panel surya (Bab 34: Energi Terbarukan & Perubahan Iklim).	L1 · Pemahaman (Lv 2)	Isian	400 W
17	Bab 2 · Operasi angka penting	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis operasi angka penting (Bab 2: Besaran, Satuan & Pengukuran).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	40 cm ²
18	Bab 3 · Hukum kosinus	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis hukum kosinus (Bab 3: Vektor & Matematika Secukupnya).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	7 N
19	Bab 3 · Perkalian titik	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis perkalian titik (Bab 3: Vektor & Matematika Secukupnya).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	23 J

20	Bab 4 · Gerak vertikal ke atas	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis gerak vertikal ke atas (Bab 4: Gerak Lurus).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	11,25 m
21	Bab 4 · Kecepatan relatif	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kecepatan relatif (Bab 4: Gerak Lurus).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	20 menit
22	Bab 5 · Perahu dan arus	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis perahu dan arus (Bab 5: Gerak Parabola & Gerak Relatif 2D).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	150 m
23	Bab 5 · Tinggi maksimum	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis tinggi maksimum (Bab 5: Gerak Parabola & Gerak Relatif 2D).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	5 m
24	Bab 34 · Daya turbin angin	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis daya turbin angin (Bab 34: Energi Terbarukan & Perubahan Iklim).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	154,4 kW

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 2 · Lv 2 · Penjelajah · Pilihan ganda · Angka penting · 02-2-02

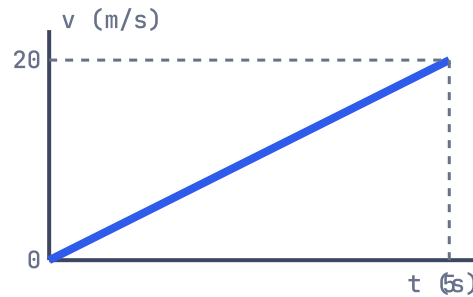
Hasil pengukuran 0,0250 kg memiliki ... angka penting.

- | | |
|------|------|
| A. 2 | C. 4 |
| B. 3 | D. 5 |

Kunci: B

Pembahasan: Nol di depan (0,0) bukan angka penting. Angka 2, 5, dan nol di ujung belakang desimal adalah angka penting. Jumlahnya 3.

Grafik kecepatan terhadap waktu sebuah motor ditunjukkan di bawah. Berapa percepatan motor?



- A. 4 m/s^2 C. 100 m/s^2
B. 20 m/s^2 D. $0,25 \text{ m/s}^2$

Kunci: A

Pembahasan: Percepatan = kemiringan grafik v-t = $\Delta v / \Delta t = (20 - 0) / (5 - 0) = 4 \text{ m/s}^2$. Pilihan 100 m/s² adalah hasil mengalikan (itu malah luas persegi panjang), dan 0,25 m/s² adalah hasil pembagian yang terbalik.

Sebuah bola dilempar di tanah datar pada sudut 20° . Dengan kelajuan awal yang sama, sudut lain yang menghasilkan jangkauan yang **sama** adalah...

- A. 40°
B. 70°

Kunci: B

Pembahasan: Jangkauan $R = v_0^2 \sin 2\theta / g$ bernilai sama untuk θ dan $90^\circ - \theta$, karena $\sin 40^\circ = \sin 140^\circ$. Jadi pasangannya $90^\circ - 20^\circ = 70^\circ$.

Permukaan manakah yang paling banyak memantulkan cahaya Matahari (albedonya paling besar)?

- A. hutan tropis
B. salju segar
C. laut
D. jalan aspal

Kunci: B

Pembahasan: Salju segar berwarna putih dan memantulkan $\pm 80\%$ cahaya. Laut ($\pm 6\%$), aspal ($\pm 5\text{--}10\%$), dan hutan ($\pm 10\text{--}15\%$) jauh lebih gelap sehingga menyerap sebagian besar cahaya. Karena itu, es yang mencair dan berganti laut membuat Bumi menyerap lebih banyak energi.

Dengan v kecepatan, a percepatan, t waktu, dan s jarak, rumus manakah yang **pasti salah** menurut analisis dimensi?

- A. $v = at$
B. $s = vt + \frac{1}{2}at^2$
C. $v^2 = 2as$
D. $s = at$

Kunci: D

Pembahasan: Dimensi at adalah $[L][T]^{-2}[T] = [L][T]^{-1}$, yaitu dimensi kecepatan, bukan jarak $[L]$. Jadi $s = at$ tidak homogen dan pasti salah. Tiga rumus lainnya homogen (dan memang benar untuk GLBB).

6. Bab 3 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Perahu dan arus • 03-3-04

Sebuah perahu bergerak 4 m/s terhadap air, diarahkan tegak lurus tepi sungai yang lebarnya 80 m. Kecepatan arus sungai 3 m/s. Waktu menyeberang dan jarak hanyutnya adalah...

- A. 20 s, hanyut 60 m
- B. 16 s, hanyut 48 m
- C. 20 s, tidak hanyut
- D. 26,7 s, hanyut 80 m

Kunci: A

Pembahasan: Gerak menyeberang hanya ditentukan komponen tegak lurus tepi: $t = 80/4 = 20$ s. Selama 20 s itu arus menghanyutkan perahu sejauh $3 \times 20 = 60$ m. Kecepatan resultan $\sqrt{4^2 + 3^2} = 5$ m/s tidak mempercepat penyeberangan; ia hanya membuat lintasannya miring.

7. Bab 34 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Neraca energi • 34-3-03

Dalam model neraca energi sederhana, apa yang terjadi pada suhu kesetimbangan Bumi jika albedonya bertambah (misalnya karena lebih banyak es dan awan rendah)?

- A. turun, karena energi Matahari yang diserap berkurang
- B. naik, karena es memantulkan panas kembali ke permukaan
- C. tetap, karena intensitas Matahari tidak berubah
- D. naik, karena es menyimpan kalor laten

Kunci: A

Pembahasan: Energi yang diserap sebanding dengan $(1 - \alpha)$. Albedo lebih besar berarti lebih sedikit energi diserap, sehingga Bumi setimbang pada suhu lebih rendah: $T \propto (1 - \alpha)^{1/4}$. Inilah sebabnya es yang mencair (albedo turun) justru mempercepat pemanasan.

8. Bab 2 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Konversi km/jam • 02-2-01

Sebuah kereta cepat melaju 360 km/jam. Nyatakan kelajuannya dalam m/s.

Jawaban: m/s

Kunci: 100 m/s

Pembahasan: $360 \frac{\text{km}}{\text{jam}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ s}} = \frac{360}{3,6} = 100 \text{ m/s}$.

Setiap detik kereta berpindah sepanjang lapangan sepak bola!

9. Bab 2 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Membaca jangka sorong • 02-2-04

Pada sebuah jangka sorong (nst 0,1 mm), garis skala utama tepat sebelum nol nonius menunjukkan 41 mm, dan garis nonius ke-6 berimpit dengan sebuah garis skala utama. Berapa hasil pengukurannya dalam mm?

Jawaban: mm

Kunci: 41,6 mm

Pembahasan: Hasil = skala utama + (garis nonius yang berimpit $\times$ nst)
 $= 41 + 6 \times 0,1 = 41,6 \text{ mm}$, atau 4,16 cm.

10. Bab 3 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Besar vektor • 03-2-03

Berapa besar vektor $A = 5\hat{i} - 12\hat{j}$?

Jawaban:

Kunci: 13

Pembahasan: $|A| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{5^2 + (-12)^2} = \sqrt{169} = 13$. Tanda negatif hilang karena dikuadratkan.

11. Bab 3 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Kemiringan grafik • 03-2-04

Grafik posisi-waktu sebuah sepeda berupa garis lurus dari titik (0 s; 2 m) ke titik (5 s; 17 m). Berapa kecepatan sepeda itu?

Jawaban: m/s

Kunci: 3 m/s

Pembahasan: Kemiringan grafik posisi-waktu adalah kecepatan: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{17 - 2}{5 - 0} = 3$ m/s.

12. Bab 4 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • GLBB • 04-2-03

Sebuah angkot mulai bergerak dari keadaan diam dengan percepatan tetap 2 m/s^2 . Berapa kecepatannya setelah 6 s?

Jawaban: m/s

Kunci: 12 m/s

Pembahasan: $v = v_0 + at = 0 + 2 \times 6 = 12$ m/s (sekitar 43 km/jam).

13. Bab 4 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Kelajuan rata-rata • 04-2-01

Seorang pelari cepat menempuh lintasan 100 m dalam waktu 10,2 s. Berapa kelajuan rata-ratanya?

Jawaban: m/s

Kunci: 9,8 m/s

Pembahasan: Kelajuan rata-rata = jarak / waktu = $100/10,2 \approx 9,80$ m/s, atau sekitar 35 km/jam. Kecepatan puncaknya di tengah lomba lebih besar daripada rata-rata ini, karena pelari mulai dari diam.

14. Bab 5 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Jatuh dari meja • 05-2-02

Sebuah kelereng menggelinding keluar dari tepi meja setinggi 0,8 m dengan kecepatan mendatar 2 m/s. Dengan $g = 10 \text{ m/s}^2$, berapa lama kelereng di udara sampai menyentuh lantai?

Jawaban: s

Kunci: 0,4 s

Pembahasan: Kecepatan vertikal awalnya nol, jadi waktu jatuh hanya ditentukan tinggi meja:

$$t = \sqrt{2h/g} = \sqrt{2(0,8)/10} = \sqrt{0,16} = 0,4 \text{ s.}$$

Kecepatan mendatar 2 m/s tidak memengaruhi waktu ini.

15. Bab 5 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Menguraikan kecepatan • 05-2-01

Sebuah bola ditendang dengan kecepatan 10 m/s pada sudut 37° terhadap tanah. Gunakan $\sin 37^\circ \approx 0,6$ dan $\cos 37^\circ \approx 0,8$. Berapa komponen kecepatan mendatarinya?

Jawaban: m/s

Kunci: 8 m/s

Pembahasan: $v_{0x} = v_0 \cos \theta = 10 \times 0,8 = 8$ m/s. Komponen vertikalnya $v_{0y} = 10 \times 0,6 = 6$ m/s.

16. Bab 34 • Lv 2 • Penjelajah • Isian • Daya panel surya • 34-2-02

Panel surya seluas 2 m^2 dengan efisiensi 20% menerima cahaya Matahari 1.000 W/m^2 . Berapa daya listrik yang dihasilkan?

Jawaban: W

Kunci: 400 W

Pembahasan: $P = \eta IA = 0,20 \times 1.000 \text{ W/m}^2 \times 2 \text{ m}^2 = 400$ W. Sisanya (80%) berubah menjadi kalor atau dipantulkan.

17. Bab 2 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Operasi angka penting • 02-3-03

Panjang sebuah pelat 12,6 cm dan lebarnya 3,2 cm. Hitung luasnya sesuai aturan angka penting (dalam cm^2).

Jawaban: cm^2

Kunci: 40 cm^2

Pembahasan: $12,6 \times 3,2 = 40,32 \text{ cm}^2$.

12,6 punya 3 AP dan 3,2 punya 2 AP, jadi hasilnya dibulatkan menjadi 2 AP: **40 cm^2** (atau $4,0 \times 10^1 \text{ cm}^2$).

18. Bab 3 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Hukum kosinus • 03-3-01

Dua gaya 5 N dan 3 N bekerja pada satu titik dan membentuk sudut 60° . Berapa besar resultannya?

Jawaban: N

Kunci: 7 N

Pembahasan: $R = \sqrt{25 + 9 + 2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 0,5} = \sqrt{49} = 7$ N.

Cek kewajaran: 7 N berada di antara 2 N (berlawanan) dan 8 N (searah). ✓

19. Bab 3 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Perkalian titik • 03-3-02

Sebuah gaya $F = (3\hat{i} + 4\hat{j})$ N memindahkan koper sejauh $s = (5\hat{i} + 2\hat{j})$ m. Berapa usaha yang dilakukan gaya itu?

Jawaban: J

Kunci: 23 J

Pembahasan: $W = F \cdot s = (3)(5) + (4)(2) = 15 + 8 = 23$ J.

Usaha adalah skalar, jadi hasilnya cukup satu angka tanpa arah.

20. Bab 4 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Gerak vertikal ke atas • 04-3-02

Sebuah bola dilempar lurus ke atas dengan kecepatan awal 15 m/s. Dengan $g = 10 \text{ m/s}^2$ dan hambatan udara diabaikan, berapa tinggi maksimum bola diukur dari titik lempar?

Jawaban: m

Kunci: 11,25 m

Pembahasan: Di puncak $v = 0$. Dari $v^2 = v_0^2 - 2gh$:

$$0 = 15^2 - 2(10)h \Rightarrow h = \frac{225}{20} = 11,25 \text{ m.}$$

Waktu naiknya $v_0/g = 1,5 \text{ s}$.

21. Bab 4 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kecepatan relatif • 04-3-03

Dua motor bergerak saling mendekat di jalan lurus. Motor A melaju 40 km/jam ke timur dan motor B melaju 50 km/jam ke barat. Mula-mula keduanya terpisah 30 km. Setelah berapa **menit** keduanya berpapasan?

Jawaban: menit

Kunci: 20 menit

Pembahasan: Kelajuan relatif (saling mendekat) = $40 + 50 = 90 \text{ km/jam}$.

$$t = \frac{30 \text{ km}}{90 \text{ km/jam}} = \frac{1}{3} \text{ jam} = 20 \text{ menit.}$$

22. Bab 5 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Perahu dan arus • 05-3-03

Perahu ketek melaju 4 m/s terhadap air dan diarahkan tegak lurus tepi sungai selebar 200 m. Kecepatan arus sungai 3 m/s. Seberapa jauh perahu hanyut ke hilir saat tiba di seberang?

Jawaban: m

Kunci: 150 m

Pembahasan: Waktu menyeberang: $t = 200/4 = 50 \text{ s}$.

Selama itu arus menghanyutkan perahu: $x = 3 \times 50 = 150 \text{ m}$ ke hilir.

23. Bab 5 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Tinggi maksimum • 05-3-01

Sebuah bola ditendang dengan kecepatan 20 m/s pada sudut 30° terhadap tanah datar. Dengan $g = 10 \text{ m/s}^2$ dan tanpa hambatan udara, berapa tinggi maksimum bola?

Jawaban: m

Kunci: 5 m

Pembahasan: $v_{0y} = 20 \sin 30^\circ = 10 \text{ m/s}$.

$$\text{Di puncak } v_y = 0: H = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{100}{20} = 5 \text{ m.}$$

24. Bab 34 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Daya turbin angin • 34-3-02

Sebuah turbin angin memiliki baling-baling berdiameter 40 m. Kecepatan angin 8 m/s, massa jenis udara $1,2 \text{ kg/m}^3$, dan efisiensi turbin 40%. Berapa daya listrik turbin dalam kW?

Jawaban: kW

Kunci: 154,4 kW

Pembahasan: $A = \pi(20)^2 \approx 1257 \text{ m}^2$.

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 \eta = 0,5 \times 1,2 \times 1257 \times 8^3 \times 0,40 \approx 154400 \text{ W} \approx 154 \text{ kW.}$$

Mata pelajaran: Fisika

Jumlah soal: 23

Waktu: 90 menit

Level: Lv 3 Pejuang

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 6 · Hukum I	Peserta didik dapat menganalisis hukum i (Bab 6: Hukum Newton tentang Gerak).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	B
2	Bab 9 · Impuls saat memantul	Peserta didik dapat menganalisis impuls saat memantul (Bab 9: Momentum, Impuls & Tumbukan).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	A
3	Bab 10 · Momen inersia batang	Peserta didik dapat menganalisis momen inersia batang (Bab 10: Rotasi & Keseimbangan Benda Tegar).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
4	Bab 17 · Proses adiabatik	Peserta didik dapat menganalisis proses adiabatik (Bab 17: Termodinamika).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	D
5	Bab 6 · Katrol	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis katrol (Bab 6: Hukum Newton tentang Gerak).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	12 N
6	Bab 7 · Tikungan datar	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis tikungan datar (Bab 7: Gesekan & Gerak Melingkar).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	68,3 km/jam
7	Bab 7 · Statis atau kinetis?	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis statis atau kinetis? (Bab 7: Gesekan & Gerak Melingkar).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	2 m/s ²
8	Bab 8 · Daya dan efisiensi	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis daya dan efisiensi (Bab 8: Usaha, Energi & Daya).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	500 W

9	Bab 9 · Kekekalan momentum	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kekekalan momentum (Bab 9: Momentum, Impuls & Tumbukan).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	1,2 m/s
10	Bab 10 · Kekekalan momentum sudut	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kekekalan momentum sudut (Bab 10: Rotasi & Keseimbangan Benda Tegar).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	5 putaran/s
11	Bab 11 · Kecepatan orbit	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kecepatan orbit (Bab 11: Gravitasi & Satelit).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	7,56 km/s
12	Bab 11 · Kecepatan lepas	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kecepatan lepas (Bab 11: Gravitasi & Satelit).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	22,4 km/s
13	Bab 12 · Kecepatan maksimum GHS	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kecepatan maksimum ghs (Bab 12: Elastisitas & Getaran Harmonik).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	1 m/s
14	Bab 12 · Bandul detik	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis bandul detik (Bab 12: Elastisitas & Getaran Harmonik).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	0,993 m
15	Bab 13 · Pipa U	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis pipa u (Bab 13: Fluida Statis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	2 cm
16	Bab 13 · Gunung es	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis gunung es (Bab 13: Fluida Statis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	10,7 %
17	Bab 14 · Bernoulli	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis bernoulli (Bab 14: Fluida Dinamis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	144.000 Pa
18	Bab 14 · Torricelli + parabola	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis torricelli + parabola (Bab 14: Fluida Dinamis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	4 m

19	Bab 15 · Pemuaian	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis pemuaian (Bab 15: Suhu, Kalor & Perpindahan Kalor).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	10,2 cm
20	Bab 15 · Kalor bertahap	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kalor bertahap (Bab 15: Suhu, Kalor & Perpindahan Kalor).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	113,4 kJ
21	Bab 16 · Energi kinetik rata-rata	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis energi kinetik rata-rata (Bab 16: Teori Kinetik Gas).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	$8,28 \times 10^{-21}$ J
22	Bab 16 · Persamaan gas ideal	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis persamaan gas ideal (Bab 16: Teori Kinetik Gas).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	249,3 kPa
23	Bab 17 · Mesin Carnot	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis mesin carnot (Bab 17: Termodinamika).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	1.000 J

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 6 · Lv 3 · Pejuang · Pilihan ganda · Hukum I · 06-3-04

Sebuah mobil melaju dengan kecepatan tetap 60 km/jam di jalan lurus. Pernyataan yang benar adalah...

- A. gaya dorong mesin lebih besar daripada gaya hambat
- B. gaya total pada mobil sama dengan nol
- C. tidak ada gaya yang bekerja pada mobil
- D. gaya total searah dengan arah gerak mobil

Kunci: B

Pembahasan: Kecepatan tetap berarti percepatan nol, sehingga $\Sigma F = 0$ (Hukum I). Gaya-gaya tetap ada (dorongan mesin, hambatan, berat, normal), tetapi saling meniadakan.

2. Bab 9 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Impuls saat memantul • 09-3-04

Bola karet dan gumpalan plastisin bermassa sama dilempar ke tembok dengan kecepatan sama. Bola karet memantul, plastisin menempel di tembok. Impuls dari tembok lebih besar pada...

- A. bola karet, karena momentumnya berbalik arah
- B. plastisin, karena ia berhenti total
- C. keduanya sama, karena kecepatan awalnya sama
- D. plastisin, karena waktu tumbukannya lebih lama

Kunci: A

Pembahasan: Plastisin: $\Delta p = 0 - mv = -mv$. Bola karet yang memantul dengan kelajuan v' : $\Delta p = -mv' - mv = -m(v + v')$, lebih besar. Benda yang memantul menerima impuls lebih besar daripada benda yang sekadar berhenti.

3. Bab 10 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Momen inersia batang • 10-3-04

Sapu bermassa M dan panjang L (anggap batang homogen) diputar bolak-balik. Dipegang di ujung, momen inersianya $\frac{1}{3}ML^2$; dipegang di tengah, $\frac{1}{12}ML^2$. Pernyataan yang benar...

- A. lebih mudah diputar jika dipegang di ujung, karena lengannya panjang
- B. sama mudahnya, karena massanya sama
- C. lebih mudah diputar jika dipegang di tengah, karena momen inersianya 4 kali lebih kecil
- D. lebih mudah diputar jika dipegang di tengah, karena momen inersianya 2 kali lebih kecil

Kunci: C

Pembahasan: $\frac{\frac{1}{3}ML^2}{\frac{1}{12}ML^2} = 4$. Dengan torsi yang sama, percepatan sudut $\alpha = \tau/I$ empat kali lebih besar jika sapu dipegang di tengah.

4. Bab 17 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Proses adiabatik • 17-3-04

Udara di dalam silinder mesin diesel dimampatkan dengan sangat cepat sehingga tidak ada kalor yang sempat keluar. Pernyataan yang benar untuk udara itu adalah...

- A. Q positif, $W = 0$, ΔU positif
- B. $Q = 0$, W positif, ΔU negatif
- C. Q negatif, W negatif, $\Delta U = 0$
- D. $Q = 0$, W negatif, ΔU positif

Kunci: D

Pembahasan: Proses cepat tanpa pertukaran kalor adalah adiabatik: $Q = 0$. Gas dimampatkan, jadi usaha *oleh* gas negatif. Dari $\Delta U = Q - W = 0 - (\text{negatif})$, energi dalam naik. Udaranya menjadi sangat panas sehingga solar menyala sendiri.

5. Bab 6 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Katrol • 06-3-03

Balok A (3 kg) di atas meja licin dihubungkan dengan tali melalui katrol licin ke balok B (2 kg) yang tergantung. Dengan $g = 10 \text{ m/s}^2$, berapa tegangan tali?

Jawaban: N

Kunci: 12 N

Pembahasan: Percepatan sistem: $a = \frac{m_B g}{m_A + m_B} = \frac{20}{5} = 4 \text{ m/s}^2$.

Pada balok A hanya tegangan tali yang mendatar: $T = m_A a = 3 \times 4 = 12 \text{ N}$.

6. Bab 7 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Tikungan datar • 07-3-03

Sebuah tikungan jalan datar berjari-jari 40 m. Koefisien gesek statis ban dengan aspal 0,9 dan $g = 10 \text{ m/s}^2$. Berapa kecepatan maksimum mobil agar tidak tergelincir, dalam **km/jam**?

Jawaban: km/jam

Kunci: 68,3 km/jam

Pembahasan: $\mu_s mg \geq mv^2/r \Rightarrow v_{\text{maks}} = \sqrt{\mu_s gr} = \sqrt{0,9 \times 10 \times 40} = \sqrt{360} \approx 19,0 \text{ m/s}$.
Dalam km/jam: $19,0 \times 3,6 \approx 68 \text{ km/jam}$.

7. Bab 7 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Statis atau kinetis? • 07-3-01

Sebuah kotak 10 kg di lantai datar ditarik dengan gaya mendatar 50 N. Koefisien gesek statis 0,4 dan kinetis 0,3, dengan $g = 10 \text{ m/s}^2$. Berapa percepatan kotak?

Jawaban: m/s²

Kunci: 2 m/s²

Pembahasan: Gesekan statis maksimum: $0,4 \times 100 = 40 \text{ N} < 50 \text{ N}$, jadi kotak bergerak.
Saat bergerak, gesekannya kinetis: $f_k = 0,3 \times 100 = 30 \text{ N}$.
 $a = \frac{50 - 30}{10} = 2 \text{ m/s}^2$.

8. Bab 8 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Daya dan efisiensi • 08-3-03

Pompa air menaikkan 600 liter air (600 kg) ke tandon setinggi 12 m dalam 4 menit. Jika efisiensi pompa 60% dan $g = 10 \text{ m/s}^2$, berapa daya listrik yang diperlukan pompa?

Jawaban: W

Kunci: 500 W

Pembahasan: Energi berguna: $mgh = 600 \times 10 \times 12 = 72\,000 \text{ J}$.
Daya keluaran: $72\,000/240 \text{ s} = 300 \text{ W}$.
Daya masukan: $300/0,6 = 500 \text{ W}$.

9. Bab 9 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kekekalan momentum • 09-3-01

Raka (45 kg) berdiri di atas sampan (75 kg) yang diam. Raka melompat ke dermaga dengan kecepatan mendatar 2 m/s. Berapa kelajuan sampan terdorong ke belakang? (Hambatan air diabaikan.)

Jawaban: m/s

Kunci: 1,2 m/s

Pembahasan: $0 = 45 \times 2 + 75v \Rightarrow v = -\frac{90}{75} = -1,2 \text{ m/s}$.
Kelajuan sampan 1,2 m/s ke arah berlawanan dengan lompatan Raka.

10. Bab 10 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kekekalan momentum sudut • 10-3-03

Seorang penari berputar 2 putaran per detik dengan tangan terentang (momen inersia 4,0 kg·m²). Ia lalu merapatkan tangannya sehingga momen inersianya menjadi 1,6 kg·m². Berapa putaran per detik sekarang?

Jawaban: putaran/s

Kunci: 5 putaran/s

Pembahasan: Tanpa torsi luar, $I_1 f_1 = I_2 f_2$ (frekuensi sebanding dengan ω).
 $f_2 = \frac{4,0 \times 2}{1,6} = 5 \text{ putaran/s}$.

11. Bab 11 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kecepatan orbit • 11-3-02

Sebuah satelit cuaca mengorbit lingkaran pada ketinggian 600 km. Massa Bumi $6,0 \times 10^{24}$ kg, jari-jari Bumi 6.400 km, dan $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$. Hitung kelajuan orbitnya dalam km/s.

Jawaban: km/s

Kunci: 7,56 km/s

Pembahasan: $r = 6400 + 600 = 7000 \text{ km} = 7,0 \times 10^6 \text{ m}$.

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 6,0 \times 10^{24}}{7,0 \times 10^6}} = \sqrt{5,72 \times 10^7} \approx 7,56 \times 10^3 \text{ m/s}.$$

Jadi $v \approx 7,56 \text{ km/s}$.

12. Bab 11 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kecepatan lepas • 11-3-03

Sebuah planet memiliki massa 8 kali massa Bumi dan jari-jari 2 kali jari-jari Bumi. Kecepatan lepas Bumi 11,2 km/s. Berapa kecepatan lepas planet tersebut?

Jawaban: km/s

Kunci: 22,4 km/s

Pembahasan: $v_{\text{lepas}} = \sqrt{2GM/R}$, jadi $\frac{v_p}{v_B} = \sqrt{\frac{M_p/M_B}{R_p/R_B}} = \sqrt{\frac{8}{2}} = 2$.

$$v_p = 2 \times 11,2 = 22,4 \text{ km/s}.$$

13. Bab 12 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kecepatan maksimum GHS • 12-3-03

Balok 0,5 kg di ujung pegas $k = 50 \text{ N/m}$ di lantai licin ditarik 10 cm dari titik setimbang lalu dilepas. Berapa kelajuan maksimum balok?

Jawaban: m/s

Kunci: 1 m/s

Pembahasan: $\omega = \sqrt{k/m} = \sqrt{50/0,5} = 10 \text{ rad/s}$.

$$v_{\text{maks}} = \omega A = 10 \times 0,10 = 1,0 \text{ m/s}.$$

Cek dengan energi: $\frac{1}{2}kA^2 = 0,25 \text{ J} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = 1 \text{ m/s}$. ✓

14. Bab 12 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Bandul detik • 12-3-04

Berapa panjang tali bandul sederhana agar periodenya tepat 2 s di tempat dengan $g = 9,8 \text{ m/s}^2$?

Jawaban: m

Kunci: 0,993 m

Pembahasan: $T^2 = 4\pi^2 L/g \Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9,8 \times 4}{39,48} \approx 0,993 \text{ m}$.

Bandul ini disebut "bandul detik" karena setiap ayunan satu arah memakan waktu 1 s.

15. Bab 13 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Pipa U • 13-3-04

Pipa U mula-mula berisi air. Pada salah satu kakinya dituangkan minyak ($\rho = 800 \text{ kg/m}^3$) setinggi 10 cm. Air dan minyak tidak bercampur. Berapa selisih tinggi permukaan minyak dan permukaan air (dalam cm)?

Jawaban: cm

Kunci: 2 cm

Pembahasan: Di bidang batas minyak-air: $\rho_m g h_m = \rho_a g h_a$.

$$h_a = \frac{800 \times 10}{1000} = 8 \text{ cm di atas batas, sedangkan minyak setinggi 10 cm.}$$

Selisih tinggi permukaan: $10 - 8 = 2 \text{ cm}$ (permukaan minyak lebih tinggi).

16. Bab 13 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Gunung es • 13-3-03

Sebuah es ($\rho = 920 \text{ kg/m}^3$) mengapung di air laut ($\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$). Berapa persen volume es yang berada **di atas** permukaan air?

Jawaban: %

Kunci: 10,7 %

Pembahasan: Bagian tercelup: $920/1030 = 0,893 = 89,3\%$.

Bagian di atas air: $100\% - 89,3\% \approx 10,7\%$. Itulah "puncak gunung es": hampir 90% tersembunyi di bawah air.

17. Bab 14 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Bernoulli • 14-3-01

Air mengalir dalam pipa mendatar. Di bagian A, luas penampang 10 cm^2 , kelajuan 2 m/s , dan tekanan $1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$. Di bagian B, luas penampang 5 cm^2 . Massa jenis air 1000 kg/m^3 . Berapa tekanan di bagian B (dalam Pa)?

Jawaban: Pa

Kunci: 144.000 Pa

Pembahasan: Kontinuitas: $v_B = v_A \frac{A_A}{A_B} = 2 \times \frac{10}{5} = 4 \text{ m/s}$.

Bernoulli (mendatar): $P_B = P_A - \frac{1}{2} \rho (v_B^2 - v_A^2) = 1,5 \times 10^5 - 500(16 - 4) = 1,5 \times 10^5 - 6000 = 1,44 \times 10^5 \text{ Pa}$.

Tekanan di bagian sempit lebih kecil, sesuai "ngebut = ngempis".

18. Bab 14 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Torricelli + parabola • 14-3-02

Sebuah toren berdiri di atas menara. Lubang kecil di dindingnya berada 1,25 m di bawah permukaan air dan 3,2 m di atas tanah. Dengan $g = 10 \text{ m/s}^2$, berapa jarak mendatar titik jatuh air dari dinding toren?

Jawaban: m

Kunci: 4 m

Pembahasan: Kelajuan pancaran (mendatar): $v = \sqrt{2 \times 10 \times 1,25} = 5 \text{ m/s}$.

Waktu jatuh dari 3,2 m: $t = \sqrt{2 \times 3,2/10} = 0,8 \text{ s}$.

Jarak: $x = vt = 5 \times 0,8 = 4 \text{ m}$. (Cek: $x = 2\sqrt{hy} = 2\sqrt{1,25 \times 3,2} = 2\sqrt{4} = 4 \text{ m}$.)

19. Bab 15 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Pemuaian • 15-3-03

Kabel tembaga PLN sepanjang 200 m dipasang di antara dua tiang. Suhu kabel naik dari 25 °C pada malam hari menjadi 55 °C pada siang hari. Berapa sentimeter pertambahan panjangnya? ($\alpha_{\text{tembaga}} = 17 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)

Jawaban: cm

Kunci: 10,2 cm

Pembahasan: $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T = 17 \times 10^{-6} \times 200 \times 30 = 0,102 \text{ m} = 10,2 \text{ cm}$.

Itulah sebabnya kabel dipasang agak kendur.

20. Bab 15 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kalor bertahap • 15-3-02

Berapa kilojoule kalor yang diperlukan untuk mengubah 200 g es bersuhu -10 °C menjadi air bersuhu 50 °C? ($c_{\text{es}} = 2100$, $c_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, $L_f = 336\,000 \text{ J/kg}$)

Jawaban: kJ

Kunci: 113,4 kJ

Pembahasan: Tiga tahap:

(1) Es -10 → 0 °C: $0,2 \times 2100 \times 10 = 4200 \text{ J}$.

(2) Es melebur: $0,2 \times 336\,000 = 67\,200 \text{ J}$.

(3) Air 0 → 50 °C: $0,2 \times 4200 \times 50 = 42\,000 \text{ J}$.

Total = 113 400 J $\approx$ 113,4 kJ. Perhatikan: tahap meleburlah yang paling banyak "memakan" kalor.

21. Bab 16 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Energi kinetik rata-rata • 16-3-03

Berapa energi kinetik rata-rata satu molekul gas ideal pada suhu 127 °C? ($k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$; tulis jawaban seperti 1,23e-21)

Jawaban: J

Kunci: $8,28 \times 10^{-21} \text{ J}$

Pembahasan: $T = 400 \text{ K}$.

$\overline{E_k} = \frac{3}{2} kT = 1,5 \times 1,38 \times 10^{-23} \times 400 = 8,28 \times 10^{-21} \text{ J}$.

Hasil ini sama untuk gas apa pun pada 127 °C.

22. Bab 16 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Persamaan gas ideal • 16-3-01

Tabung bervolume 20 L berisi 2 mol gas pada suhu 27 °C. Dengan $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$, berapa tekanan gas dalam kPa?

Jawaban: kPa

Kunci: 249,3 kPa

Pembahasan: $T = 300 \text{ K}$ dan $V = 20 \text{ L} = 0,020 \text{ m}^3$.

$P = \frac{nRT}{V} = \frac{2 \times 8,31 \times 300}{0,020} = 249\,300 \text{ Pa} \approx 249 \text{ kPa}$, hampir 2,5 atm.

Sebuah mesin Carnot bekerja di antara reservoir bersuhu 527 °C dan 127 °C. Jika mesin menyerap kalor 2.000 J setiap siklus, berapa usaha yang dihasilkan setiap siklus?

Jawaban: J

Kunci: 1.000 J

Pembahasan: $T_h = 800$ K dan $T_c = 400$ K.

$$\eta = 1 - \frac{400}{800} = 0,5.$$

$$W = \eta Q_h = 0,5 \times 2.000 = 1.000 \text{ J.}$$

Mata pelajaran: Fisika

Jumlah soal: 23

Waktu: 90 menit

Level: Lv 3 Pejuang

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 18 · Interferensi	Peserta didik dapat menganalisis interferensi (Bab 18: Gelombang Mekanik).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	D
2	Bab 20 · Kacamata miopi	Peserta didik dapat menganalisis kacamata miopi (Bab 20: Cermin, Lensa & Alat Optik).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
3	Bab 23 · Hambatan jenis	Peserta didik dapat menganalisis hambatan jenis (Bab 23: Listrik Dinamis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
4	Bab 27 · Arah E dan B	Peserta didik dapat menganalisis arah e dan b (Bab 27: Gelombang Elektromagnetik).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
5	Bab 29 · Jari-jari orbit	Peserta didik dapat menganalisis jari-jari orbit (Bab 29: Model Atom & Spektrum).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	C
6	Bab 31 · Peluruhan beta	Peserta didik dapat menganalisis peluruhan beta (Bab 31: Inti Atom & Radioaktivitas).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	D
7	Bab 32 · Ekspresi logika	Peserta didik dapat menganalisis ekspresi logika (Bab 32: Elektronika & Gerbang Logika).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Pilihan ganda	B
8	Bab 19 · Desibel banyak sumber	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis desibel banyak sumber (Bab 19: Bunyi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	80 dB

9	Bab 20 · Hukum Snell	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis hukum snell (Bab 20: Cermin, Lensa & Alat Optik).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	28,13 °
10	Bab 21 · Lapisan sabun	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis lapisan sabun (Bab 21: Cahaya sebagai Gelombang).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	100 nm
11	Bab 21 · Sudut Brewster	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis sudut brewster (Bab 21: Cahaya sebagai Gelombang).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	56,3 °
12	Bab 22 · Titik medan nol	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis titik medan nol (Bab 22: Listrik Statis & Kapasitor).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	20 cm
13	Bab 22 · Kapasitor keping sejajar	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kapasitor keping sejajar (Bab 22: Listrik Statis & Kapasitor).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	88,5 pF
14	Bab 23 · Biaya listrik	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis biaya listrik (Bab 23: Listrik Dinamis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	288.000 rupiah
15	Bab 24 · Dua kawat sejajar	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis dua kawat sejajar (Bab 24: Medan Magnet).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	0,8 mN/m
16	Bab 25 · Rugi transmisi	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis rugi transmisi (Bab 25: Induksi Elektromagnetik).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	200 kW
17	Bab 25 · GGL gerak	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis ggl gerak (Bab 25: Induksi Elektromagnetik).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	0,25 A
18	Bab 26 · Daya dan energi	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis daya dan energi (Bab 26: Arus Bolak-balik).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	1,408 kWh

19	Bab 28 · Fungsi kerja	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis fungsi kerja (Bab 28: Kuantum: Foton & Gelombang Materi).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	2,296 eV
20	Bab 29 · Penyerapan foton	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis penyerapan foton (Bab 29: Model Atom & Spektrum).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	4
21	Bab 30 · Energi kinetik relativistik	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis energi kinetik relativistik (Bab 30: Relativitas Khusus).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	0,128 MeV
22	Bab 30 · Penjumlahan kecepatan	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis penjumlahan kecepatan (Bab 30: Relativitas Khusus).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	0,94 c
23	Bab 32 · Resistor LED	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis resistor led (Bab 32: Elektronika & Gerbang Logika).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	290 Ω

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 18 · Lv 3 · Pejuang · Pilihan ganda · Interferensi · 18-3-04

Dua sumber riak sefase menghasilkan gelombang dengan $\lambda = 2$ cm. Titik P berjarak 9 cm dari sumber pertama dan 12 cm dari sumber kedua. Di titik P terjadi...

- A. interferensi konstruktif, karena selisih lintasannya 3 cm
- B. resonansi, karena kedua sumber sefase
- C. pemantulan ujung tetap
- D. interferensi destruktif, karena selisih lintasannya $1,5\lambda$

Kunci: D

Pembahasan: Selisih lintasan $\Delta s = 12 - 9 = 3$ cm $= 1,5\lambda$. Untuk sumber sefase, selisih $(n + \frac{1}{2})\lambda$ menghasilkan interferensi **destruktif**: puncak dari satu sumber bertemu lembah dari sumber lain, sehingga air di P hampir tenang.

2. Bab 20 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Kacamata miopi • 20-3-04

Raka hanya dapat melihat benda dengan jelas sampai jarak 2 m. Kacamata yang ia perlukan adalah...

- A. +0,5 D (lensa cembung) C. -0,5 D (lensa cekung)
B. -2 D (lensa cekung) D. +2 D (lensa cembung)

Kunci: C

Pembahasan: Raka menderita miopi dengan PR = 200 cm.

$P = -\frac{100}{PR} = -\frac{100}{200} = -0,5 \text{ D}$, yaitu lensa cekung berfokus -2 m. Pengecoh -2 D muncul bila jarak fokus (-2 m) disangka sebagai daya lensa.

3. Bab 23 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Hambatan jenis • 23-3-04

Kawat A dan kawat B terbuat dari bahan yang sama. Kawat B dua kali lebih panjang dan diameternya dua kali diameter kawat A. Hambatan kawat B adalah ... kali hambatan kawat A.

- A. 4 C. 1/2
B. 2 D. 1/4

Kunci: C

Pembahasan: $R = \rho L/A$ dan $A = \frac{1}{4}\pi d^2$. Panjang $\times 2$ membuat $R \times 2$. Diameter $\times 2$ membuat luas $\times 4$, sehingga $R \times 1/4$.

Totalnya: $2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$.

4. Bab 27 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Arah E dan B • 27-3-04

Sebuah gelombang EM merambat ke arah timur, dan medan listriknya bergetar ke atas-bawah. Medan magnetnya bergetar ke arah...

- A. atas-bawah C. utara-selatan
B. timur-barat D. tidak ada medan magnet

Kunci: C

Pembahasan: Dalam gelombang EM, E , B , dan arah rambat saling tegak lurus. Arah yang tegak lurus terhadap timur dan terhadap atas adalah utara-selatan. (Dengan aturan tangan kanan $E \times B$ ke timur: saat E ke atas, B ke selatan.)

5. Bab 29 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Jari-jari orbit • 29-3-03

Menurut model Bohr, jari-jari orbit elektron sebanding dengan n^2 . Jari-jari orbit $n = 3$ dibandingkan orbit $n = 1$ adalah...

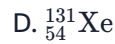
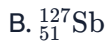
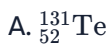
- A. 3 kali C. 9 kali
B. 6 kali D. 27 kali

Kunci: C

Pembahasan: $r_n \propto n^2$, jadi $r_3/r_1 = 3^2/1^2 = 9$. Orbit $n = 3$ berjari-jari $9 \times 0,0529 \approx 0,48 \text{ nm}$.

6. Bab 31 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Peluruhan beta • 31-3-03

Iodin-131 ($^{131}_{53}\text{I}$) yang dipakai dalam terapi tiroid meluruh dengan memancarkan partikel beta minus. Inti hasilnya adalah...



Kunci: D

Pembahasan: Pada peluruhan β^- , sebuah neutron berubah menjadi proton: A tetap 131 dan Z naik dari 53 ke 54. Unsur dengan $Z = 54$ adalah xenon.

7. Bab 32 • Lv 3 • Pejuang • Pilihan ganda • Ekspresi logika • 32-3-03

Lampu L dikendalikan oleh rangkaian $L = (A \cdot B) + \overline{C}$. Untuk $A = 1$, $B = 0$, dan $C = 1$, lampu...

A. menyala, karena $A = 1$

B. mati, karena kedua bagian bernilai 0

C. menyala, karena $C = 1$

D. tidak bisa ditentukan tanpa tegangan

Kunci: B

Pembahasan: $A \cdot B = 1 \cdot 0 = 0$.

$\overline{C} = \overline{1} = 0$.

$L = 0 + 0 = 0$: lampu mati.

8. Bab 19 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Desibel banyak sumber • 19-3-02

Taraf intensitas sebuah mesin jahit di sebuah konfeksi adalah 60 dB. Berapa taraf intensitas jika 100 mesin jahit identik bekerja bersamaan (diukur dari jarak yang sama)?

Jawaban: dB

Kunci: 80 dB

Pembahasan: Intensitas total 100 kali intensitas satu mesin.

$\beta = 60 + 10 \log 100 = 60 + 20 = 80 \text{ dB}$.

Bukan 6.000 dB! Skala desibel bersifat logaritmik.

9. Bab 20 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Hukum Snell • 20-3-03

Seberkas sinar laser merambat dari udara ke kaca ($n = 1,5$) dengan sudut datang 45° . Berapa sudut biasnya (dalam derajat)?

Jawaban: °

Kunci: 28,13 °

Pembahasan: $\sin \theta_2 = \frac{1 \times \sin 45^\circ}{1,5} = \frac{0,707}{1,5} = 0,471$.

$\theta_2 = \arcsin 0,471 \approx 28,1^\circ$. Sinar mendekati normal karena masuk ke medium yang lebih rapat.

10. Bab 21 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Lapisan sabun • 21-3-04

Lapisan sabun ($n = 1,33$) di udara tampak hijau terang karena cahaya 532 nm diperkuat pada pantulan tegak lurus. Berapa tebal minimum lapisan itu, dalam nm?

Jawaban: nm

Kunci: 100 nm

Pembahasan: Tebal minimum berarti $m = 0$: $2nt = \frac{1}{2}\lambda$.

$$t = \frac{\lambda}{4n} = \frac{532}{4 \times 1,33} = 100 \text{ nm.}$$

11. Bab 21 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Sudut Brewster • 21-3-03

Pada sudut datang berapa cahaya yang dipantulkan oleh permukaan kaca ($n = 1,5$) di udara terpolarisasi sempurna?

Jawaban: °

Kunci: 56,3 °

Pembahasan: $\tan \theta_B = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,5}{1} \Rightarrow \theta_B = \arctan 1,5 \approx 56,3^\circ$.

Pada sudut ini, sinar pantul dan sinar bias saling tegak lurus.

12. Bab 22 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Titik medan nol • 22-3-02

Muatan $+4 \mu\text{C}$ dan $+1 \mu\text{C}$ terpisah 30 cm. Pada jarak berapa dari muatan $+4 \mu\text{C}$ (di antara keduanya) kuat medan listriknya nol?

Jawaban: cm

Kunci: 20 cm

Pembahasan: $\frac{k \cdot 4}{x^2} = \frac{k \cdot 1}{(30 - x)^2} \Rightarrow \frac{30 - x}{x} = \frac{1}{2}$.

$60 - 2x = x \Rightarrow x = 20 \text{ cm}$. Titik nol selalu lebih dekat ke muatan yang lebih kecil.

13. Bab 22 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kapasitor keping sejajar • 22-3-03

Dua keping logam seluas 200 cm^2 dipisahkan udara setebal 2 mm. Berapa kapasitannya, dalam pF? ($\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$)

Jawaban: pF

Kunci: 88,5 pF

Pembahasan: $A = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$, $d = 0,002 \text{ m}$.

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8,85 \times 10^{-12} \times 0,02}{0,002} = 8,85 \times 10^{-11} \text{ F} = 88,5 \text{ pF.}$$

14. Bab 23 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Biaya listrik • 23-3-03

Sebuah AC berdaya 800 W menyala 8 jam setiap hari selama 30 hari. Dengan contoh tarif Rp1.500 per kWh, berapa rupiah biaya listrik AC itu dalam sebulan?

Jawaban: rupiah

Kunci: 288.000 rupiah

Pembahasan: Energi: $0,8 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} \times 30 = 192 \text{ kWh}$.

Biaya: $192 \times 1500 = 288000$, jadi Rp288.000.

Menaikkan suhu AC 1-2 °C atau mengurangi 2 jam per hari bisa menghemat puluhan ribu rupiah sebulan.

15. Bab 24 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Dua kawat sejajar • 24-3-03

Dua kabel sejajar berjarak 10 cm, masing-masing dialiri arus 20 A dengan arah sama. Berapa besar gaya per meter panjang di antara keduanya, dalam mN/m?

Jawaban: mN/m

Kunci: 0,8 mN/m

Pembahasan: $\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 20 \times 20}{0,10} = 8 \times 10^{-4} \text{ N/m} = 0,8 \text{ mN/m}$.

Karena arusnya searah, kedua kabel saling **menarik**.

16. Bab 25 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Rugi transmisi • 25-3-03

Daya 20 MW dikirim pada tegangan 100 kV lewat kabel yang hambatan totalnya 5 Ω. Berapa daya yang hilang di kabel, dalam kW?

Jawaban: kW

Kunci: 200 kW

Pembahasan: $I = \frac{P}{V} = \frac{20 \times 10^6}{100 \times 10^3} = 200 \text{ A}$.

$P_{\text{rugi}} = I^2 R = 200^2 \times 5 = 200\,000 \text{ W} = 200 \text{ kW}$, yaitu hanya 1% dari daya yang dikirim.

17. Bab 25 • Lv 3 • Pejuang • Isian • GGL gerak • 25-3-01

Batang logam sepanjang 0,5 m bergerak 8 m/s tegak lurus medan magnet 0,25 T. Kedua ujung batang dihubungkan lewat rel ke hambatan 4 Ω (hambatan lain diabaikan). Berapa arus yang mengalir?

Jawaban: A

Kunci: 0,25 A

Pembahasan: $\varepsilon = B\ell v = 0,25 \times 0,5 \times 8 = 1 \text{ V}$.

$I = \varepsilon / R = 1/4 = 0,25 \text{ A}$.

18. Bab 26 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Daya dan energi • 26-3-03

Pompa air 220 V menarik arus efektif 4 A dengan faktor daya 0,8. Pompa menyala selama 2 jam. Berapa energi listrik yang tercatat di meteran, dalam kWh?

Jawaban: kWh

Kunci: 1,408 kWh

Pembahasan: $P = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \cos \varphi = 220 \times 4 \times 0,8 = 704 \text{ W} = 0,704 \text{ kW}$.

$E = Pt = 0,704 \times 2 \approx 1,41 \text{ kWh}$.

19. Bab 28 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Fungsi kerja • 28-3-02

Panjang gelombang ambang sebuah logam 540 nm: cahaya yang lebih panjang dari itu tidak melepaskan elektron. Berapa fungsi kerja logam itu, dalam eV?

Jawaban: eV

Kunci: 2,296 eV

Pembahasan: Pada ambang, $E_{k,\text{maks}} = 0$, sehingga $\phi = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{1240}{540} \approx 2,3 \text{ eV}$. Ini cocok dengan natrium.

20. Bab 29 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Penyerapan foton • 29-3-04

Atom hidrogen dalam keadaan dasar menyerap foton dengan panjang gelombang 97,3 nm. Ke tingkat n berapa elektronnya melompat? ($hc = 1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}$)

Jawaban:

Kunci: 4

Pembahasan: Energi foton: $E = 1240/97,3 = 12,74 \text{ eV}$.

Energi elektron setelah menyerap: $-13,6 + 12,74 = -0,86 \text{ eV}$.

$-13,6/n^2 = -0,86 \Rightarrow n^2 \approx 16 \Rightarrow n = 4$.

Cek: $13,6(1 - 1/16) = 12,75 \text{ eV}$. Cocok!

21. Bab 30 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Energi kinetik relativistik • 30-3-04

Sebuah elektron (energi diam $mc^2 = 0,511 \text{ MeV}$) bergerak dengan kecepatan $0,6c$. Hitung energi kinetiknya dalam MeV.

Jawaban: MeV

Kunci: 0,128 MeV

Pembahasan: $\gamma = 1,25$.

$E_k = (\gamma - 1)mc^2 = 0,25 \times 0,511 = 0,128 \text{ MeV}$.

Rumus Newton $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0,511 \times 0,36 = 0,092 \text{ MeV}$ memberi hasil 28% terlalu kecil. Pada kecepatan setinggi ini, rumus Newton tidak lagi cukup.

22. Bab 30 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Penjumlahan kecepatan • 30-3-03

Dua pesawat saling mendekat. Menurut Bumi, pesawat A bergerak $0,7c$ ke kanan dan pesawat B bergerak $0,7c$ ke kiri. Berapa kecepatan B menurut awak pesawat A, dalam satuan c ?

Jawaban: c

Kunci: 0,94 c

Pembahasan: Gunakan penjumlahan kecepatan relativistik dengan kedua besar kecepatan $0,7c$:

$$u = \frac{0,7 + 0,7}{1 + 0,7 \times 0,7} c = \frac{1,4}{1,49} c \approx 0,940c.$$

Menurut Galileo hasilnya $1,4c$, yang mustahil.

23. Bab 32 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Resistor LED • 32-3-01

Sebuah LED biru bertegangan maju $3,2 \text{ V}$ akan dinyalakan dari baterai $9,0 \text{ V}$ dengan arus 20 mA . Berapa hambatan resistor seri yang diperlukan?

Jawaban: Ω

Kunci: 290 Ω

Pembahasan: Tegangan pada resistor: $9,0 - 3,2 = 5,8 \text{ V}$.

$$R = \frac{5,8 \text{ V}}{0,020 \text{ A}} = 290 \Omega.$$

Di toko, pilih nilai standar sedikit di atasnya, misalnya 330Ω , agar LED lebih awet.

Mata pelajaran: Fisika

Jumlah soal: 25

Waktu: 60 menit

Level: Lv 3 Pejuang, Lv 4 IGCSE

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 4 · Data eksperimen	Peserta didik dapat menerapkan konsep data eksperimen (Bab 4: Gerak Lurus).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	B
2	Bab 13 · Data massa jenis	Peserta didik dapat menerapkan konsep data massa jenis (Bab 13: Fluida Statis).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	D
3	Bab 18 · Data tangki riak	Peserta didik dapat menerapkan konsep data tangki riak (Bab 18: Gelombang Mekanik).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	B
4	Bab 19 · Data bunyi	Peserta didik dapat menerapkan konsep data bunyi (Bab 19: Bunyi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Pilihan ganda	B
5	Bab 5 · Perahu dan arus	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis perahu dan arus (Bab 5: Gerak Parabola & Gerak Relatif 2D).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	150 m
6	Bab 6 · Katrol	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis katrol (Bab 6: Hukum Newton tentang Gerak).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	12 N
7	Bab 7 · Tikungan datar	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis tikungan datar (Bab 7: Gesekan & Gerak Melingkar).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	68,3 km/jam
8	Bab 15 · Pemuaian	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis pemuaian (Bab 15: Suhu, Kalor & Perpindahan Kalor).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	10,2 cm

9	Bab 17 · Kulkas & COP	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis kulkas & cop (Bab 17: Termodinamika).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	2.500 J
10	Bab 23 · Biaya listrik	Peserta didik dapat menghitung dan menganalisis biaya listrik (Bab 23: Listrik Dinamis).	L2 · Aplikasi (Lv 3)	Isian	288.000 rupiah
11	Bab 4 · Jatuh bebas	Peserta didik dapat menghitung dari data jatuh bebas (Bab 4: Gerak Lurus).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	15,9 m
12	Bab 5 · Kelajuan saat mendarat	Peserta didik dapat menghitung dari data kelajuan saat mendarat (Bab 5: Gerak Parabola & Gerak Relatif 2D).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	25,94 m/s
13	Bab 6 · Gaya resultan	Peserta didik dapat menghitung dari data gaya resultan (Bab 6: Hukum Newton tentang Gerak).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	3.000 N
14	Bab 7 · rpm dan kelajuan linear	Peserta didik dapat menghitung dari data rpm dan kelajuan linear (Bab 7: Gesekan & Gerak Melingkar).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	25,1 m/s
15	Bab 7 · Tegangan tali melingkar	Peserta didik dapat menghitung dari data tegangan tali melingkar (Bab 7: Gesekan & Gerak Melingkar).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	25,3 N
16	Bab 13 · Barometer	Peserta didik dapat menghitung dari data barometer (Bab 13: Fluida Statis).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	90,6 kPa
17	Bab 14 · Debit & kelajuan	Peserta didik dapat menghitung dari data debit & kelajuan (Bab 14: Fluida Dinamis).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	1,59 m/s
18	Bab 14 · Gaya angkat	Peserta didik dapat menghitung dari data gaya angkat (Bab 14: Fluida Dinamis).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	15.600 N

19	Bab 15 · Kalor jenis (eksperimen)	Peserta didik dapat menghitung dari data kalor jenis (eksperimen) (Bab 15: Suhu, Kalor & Perpindahan Kalor).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	937,5 J/kg°C
20	Bab 17 · Energi terbang	Peserta didik dapat menghitung dari data energi terbang (Bab 17: Termodinamika).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	45 kJ
21	Bab 18 · Frekuensi dari pengukuran	Peserta didik dapat menghitung dari data frekuensi dari pengukuran (Bab 18: Gelombang Mekanik).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	10 Hz
22	Bab 19 · Osiloskop	Peserta didik dapat menghitung dari data osiloskop (Bab 19: Bunyi).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	500 Hz
23	Bab 22 · Energi kapasitor	Peserta didik dapat menghitung dari data energi kapasitor (Bab 22: Listrik Statis & Kapasitor).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	0,158 J
24	Bab 22 · Muatan petir	Peserta didik dapat menghitung dari data muatan petir (Bab 22: Listrik Statis & Kapasitor).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	5 C
25	Bab 23 · Data eksperimen	Peserta didik dapat menghitung dari data data eksperimen (Bab 23: Listrik Dinamis).	L2 · Aplikasi (Lv 4)	Isian	15 Ω

Naskah soal dengan kunci & pembahasan

1. Bab 4 · Lv 4 · IGCSE · Pilihan ganda · Data eksperimen · gaya IGCSE · 04-4-02

Seorang siswa mencatat kecepatan sepeda setiap detik.

t (s)	0	1	2	3	4
v (m/s)	2,0	3,5	5,0	6,5	8,0

Nyatakan jenis gerak sepeda dan besar percepatannya.

- A. GLB dengan percepatan $1,5 \text{ m/s}^2$ C. GLBB dengan percepatan $2,0 \text{ m/s}^2$
B. GLBB dengan percepatan $1,5 \text{ m/s}^2$ D. GLBB dengan percepatan $8,0 \text{ m/s}^2$

Kunci: B

Pembahasan: Kecepatan bertambah $1,5 \text{ m/s}$ setiap detik secara teratur, jadi gerakanya GLBB dengan $a = \frac{8,0 - 2,0}{4} = 1,5 \text{ m/s}^2$. Bukan GLB, karena kecepatannya berubah. Nilai $2,0 \text{ m/s}^2$ adalah kecepatan awal, bukan percepatan.

2. Bab 13 · Lv 4 · IGCSE · Pilihan ganda · Data massa jenis · gaya IGCSE · 13-4-02

Tabel menunjukkan massa dan volume empat benda.

Benda	Massa (g)	Volume (cm^3)
A	120	150
B	300	250
C	50	40
D	90	100

Benda manakah yang **mengapung di air** ($1,00 \text{ g/cm}^3$) tetapi **tenggelam di minyak** ($0,85 \text{ g/cm}^3$)?

- A. A C. C
B. B D. D

Kunci: D

Pembahasan: Hitung massa jenis $\rho = m/V$: A = $0,80$; B = $1,20$; C = $1,25$; D = $0,90 \text{ g/cm}^3$. Mengapung di air butuh $\rho < 1,00$ (A dan D). Tenggelam di minyak butuh $\rho > 0,85$ (B, C, D). Yang memenuhi keduanya hanya D. Benda A mengapung di keduanya.

Seorang siswa mengubah frekuensi penggetar tangki riak dan mengukur panjang gelombang riak.

Frekuensi (Hz)	5	10	15	20
Panjang gelombang (cm)	4,0	2,0	1,4	1,0

Pernyataan yang paling sesuai dengan data adalah...

- A. Cepat rambat riak bertambah ketika frekuensi bertambah.
- B. Cepat rambat riak kira-kira tetap (± 20 cm/s), sehingga panjang gelombang berbanding terbalik dengan frekuensi.
- C. Panjang gelombang sebanding dengan frekuensi.
- D. Riak berfrekuensi 20 Hz merambat paling cepat.

Kunci: B

Pembahasan: Hitung $v = f\lambda$ tiap kolom: 20, 20, 21, 20 cm/s. Hasilnya hampir sama, jadi cepat rambat ditentukan oleh medium (kedalaman air), bukan oleh penggetar. Karena v tetap, λ mengecil ketika f membesar.

Empat bunyi direkam dengan mikrofon yang sama dan pada jarak yang sama.

Bunyi	Frekuensi (Hz)	Amplitudo di layar (cm)
A	250	2,0
B	1.000	0,5
C	500	3,0
D	750	1,5

Pernyataan yang benar adalah...

- A. nada tertinggi A, paling keras C
- B. nada tertinggi B, paling keras C
- C. nada tertinggi C, paling keras B
- D. nada tertinggi B, paling keras D

Kunci: B

Pembahasan: Tinggi nada ditentukan frekuensi: tertinggi B (1.000 Hz). Kenyaringan ditentukan amplitudo: terbesar C (3,0 cm). Perhatikan bahwa bunyi bernada tinggi belum tentu keras.

5. Bab 5 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Perahu dan arus • 05-3-03

Perahu ketek melaju 4 m/s terhadap air dan diarahkan tegak lurus tepi sungai selebar 200 m. Kecepatan arus sungai 3 m/s. Seberapa jauh perahu hanyut ke hilir saat tiba di seberang?

Jawaban: m

Kunci: 150 m

Pembahasan: Waktu menyeberang: $t = 200/4 = 50$ s.

Selama itu arus menghanyutkan perahu: $x = 3 \times 50 = 150$ m ke hilir.

6. Bab 6 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Katrol • 06-3-03

Balok A (3 kg) di atas meja licin dihubungkan dengan tali melalui katrol licin ke balok B (2 kg) yang tergantung. Dengan $g = 10 \text{ m/s}^2$, berapa tegangan tali?

Jawaban: N

Kunci: 12 N

Pembahasan: Percepatan sistem: $a = \frac{m_B g}{m_A + m_B} = \frac{20}{5} = 4 \text{ m/s}^2$.

Pada balok A hanya tegangan tali yang mendatar: $T = m_A a = 3 \times 4 = 12 \text{ N}$.

7. Bab 7 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Tikungan datar • 07-3-03

Sebuah tikungan jalan datar berjari-jari 40 m. Koefisien gesek statis ban dengan aspal 0,9 dan $g = 10 \text{ m/s}^2$. Berapa kecepatan maksimum mobil agar tidak tergelincir, dalam **km/jam**?

Jawaban: km/jam

Kunci: 68,3 km/jam

Pembahasan: $\mu_s mg \geq mv^2/r \Rightarrow v_{\text{maks}} = \sqrt{\mu_s g r} = \sqrt{0,9 \times 10 \times 40} = \sqrt{360} \approx 19,0 \text{ m/s}$.

Dalam km/jam: $19,0 \times 3,6 \approx 68 \text{ km/jam}$.

8. Bab 15 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Pemuaian • 15-3-03

Kabel tembaga PLN sepanjang 200 m dipasang di antara dua tiang. Suhu kabel naik dari 25 °C pada malam hari menjadi 55 °C pada siang hari. Berapa sentimeter pertambahan panjangnya? ($\alpha_{\text{tembaga}} = 17 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)

Jawaban: cm

Kunci: 10,2 cm

Pembahasan: $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T = 17 \times 10^{-6} \times 200 \times 30 = 0,102 \text{ m} = 10,2 \text{ cm}$.

Itulah sebabnya kabel dipasang agak kendur.

9. Bab 17 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Kulkas & COP • 17-3-03

Sebuah kulkas ber-COP 4 mengambil kalor 2.000 J dari makanan di dalamnya. Berapa kalor yang dibuang ke udara dapur?

Jawaban: J

Kunci: 2.500 J

Pembahasan: Usaha listrik: $W = \frac{Q_c}{\text{COP}} = \frac{2.000}{4} = 500 \text{ J}$.

Kalor dibuang: $Q_h = Q_c + W = 2.000 + 500 = 2.500 \text{ J}$.

Kalor yang dibuang selalu lebih besar daripada kalor yang diambil.

10. Bab 23 • Lv 3 • Pejuang • Isian • Biaya Listrik • 23-3-03

Sebuah AC berdaya 800 W menyala 8 jam setiap hari selama 30 hari. Dengan contoh tarif Rp1.500 per kWh, berapa rupiah biaya listrik AC itu dalam sebulan?

Jawaban: rupiah

Kunci: 288.000 rupiah

Pembahasan: Energi: $0,8 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} \times 30 = 192 \text{ kWh}$.

Biaya: $192 \times 1500 = 288\,000$, jadi Rp288.000.

Menaikkan suhu AC 1-2 °C atau mengurangi 2 jam per hari bisa menghemat puluhan ribu rupiah sebulan.

11. Bab 4 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Jatuh bebas • gaya IGCSE • 04-4-04

Sebuah batu dijatuhkan dari sebuah jembatan dan menyentuh permukaan sungai 1,8 s kemudian. Hitung tinggi jembatan di atas permukaan sungai. Gunakan $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ dan abaikan hambatan udara.

Jawaban: m

Kunci: 15,9 m

Pembahasan: Batu jatuh bebas dari diam: $h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9,8 \times 1,8^2 = 15,9 \text{ m}$.

12. Bab 5 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Kelajuan saat mendarat • gaya IGCSE • 05-4-04

Bola tenis dipukul mendatar dengan kecepatan 25 m/s dari ketinggian 2,45 m di atas lapangan. Hitung kelajuan bola tepat sebelum menyentuh lapangan. Gunakan $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ dan abaikan hambatan udara.

Jawaban: m/s

Kunci: 25,94 m/s

Pembahasan: Komponen mendatar tetap: $v_x = 25 \text{ m/s}$.

Komponen vertikal saat mendarat: $v_y = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(9,8)(2,45)} = \sqrt{48,0} \approx 6,93 \text{ m/s}$.

Kelajuan: $v = \sqrt{25^2 + 6,93^2} \approx 25,9 \text{ m/s}$.

13. Bab 6 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Gaya resultan • gaya IGCSE • 06-4-01

Sebuah mobil bermassa 1.200 kg dipercepat dari keadaan diam hingga 15 m/s dalam 6,0 s. Hitung gaya resultan (*resultant force*) pada mobil.

Jawaban: N

Kunci: 3.000 N

Pembahasan: Percepatan: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15 - 0}{6,0} = 2,5 \text{ m/s}^2$.

Gaya resultan: $F = ma = 1200 \times 2,5 = 3000 \text{ N}$.

14. Bab 7 • Lv 4 • IGCSE • Isian • rpm dan kelajuan linear • gaya IGCSE • 07-4-04

Baling-baling kipas angin berputar 1.200 rpm (putaran per menit). Hitung kelajuan linear sebuah titik pada baling-baling yang berjarak 0,20 m dari poros.

Jawaban: m/s

Kunci: 25,1 m/s

Pembahasan: $\omega = 2\pi \times \frac{1200}{60} = 40\pi \approx 126 \text{ rad/s}$.

$v = \omega r = 126 \times 0,20 \approx 25 \text{ m/s}$, sekitar 90 km/jam. Itulah sebabnya jari tidak boleh dimasukkan ke kipas yang menyala!

15. Bab 7 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Tegangan tali melingkar • gaya IGCSE • 07-4-01

Sebuah batu 0,20 kg diikat tali sepanjang 0,80 m dan diputar dalam lingkaran mendatar di atas meja licin dengan 2,0 putaran per sekon. Hitung tegangan tali.

Jawaban: N

Kunci: 25,3 N

Pembahasan: $\omega = 2\pi f = 2\pi(2,0) \approx 12,6 \text{ rad/s}$.

Tegangan tali = gaya sentripetal: $T = m\omega^2 r = 0,20 \times 12,6^2 \times 0,80 \approx 25 \text{ N}$.

16. Bab 13 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Barometer • gaya IGCSE • 13-4-04

Barometer raksa di sebuah kota pegunungan menunjukkan tinggi kolom 68 cm. Hitung tekanan udara di kota itu dalam kPa ($\rho_{\text{raksa}} = 13.600 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,8 \text{ N/kg}$).

Jawaban: kPa

Kunci: 90,6 kPa

Pembahasan: $P = \rho gh = 13.600 \times 9,8 \times 0,68 \approx 90.600 \text{ Pa} \approx 90,6 \text{ kPa}$, lebih kecil daripada di pantai ($\pm 101 \text{ kPa}$) karena udara di atas kota itu lebih sedikit.

17. Bab 14 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Debit & kelajuan • gaya IGCSE • 14-4-01

Seorang siswa mengarahkan air dari selang ke gelas ukur. Gelas ukur terisi 500 mL dalam 4,0 s. Lubang ujung selang berdiameter 1,0 cm. Hitung kelajuan air yang keluar dari selang.

Jawaban: m/s

Kunci: 1,59 m/s

Pembahasan: Debit: $Q = \frac{500 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{4,0 \text{ s}} = 1,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

Luas lubang: $A = \pi r^2 = \pi(0,005)^2 = 7,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$.

$v = Q/A = 1,25 \times 10^{-4} / 7,85 \times 10^{-5} \approx 1,6 \text{ m/s}$.

18. Bab 14 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Gaya angkat • gaya IGCSE • 14-4-04

Udara mengalir di atas sayap pesawat dengan kelajuan 70 m/s dan di bawahnya 60 m/s. Luas sayap 20 m² dan massa jenis udara 1,2 kg/m³. Hitung gaya angkat (*lift force*) pada sayap.

Jawaban: N

Kunci: 15.600 N

Pembahasan: Selisih tekanan (Bernoulli): $\Delta P = \frac{1}{2}\rho(v_{\text{atas}}^2 - v_{\text{bawah}}^2) = 0,6(4900 - 3600) = 780 \text{ Pa}$.

Gaya angkat: $F = \Delta P \times A = 780 \times 20 = 15\,600 \text{ N}$.

Gaya ini cukup untuk menahan pesawat bermassa $\pm 1.600 \text{ kg}$.

19. Bab 15 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Kalor jenis (eksperimen) • gaya IGCSE • 15-4-01

Sebuah pemanas listrik 50 W dimasukkan ke dalam balok aluminium bermassa 1,0 kg yang diselimuti isolator. Setelah 300 s, suhu balok naik dari 22 °C menjadi 38 °C. Hitung kalor jenis (*specific heat capacity*) aluminium dari data ini.

Jawaban: J/kg°C

Kunci: 937,5 J/kg°C

Pembahasan: Energi dari pemanas: $Q = Pt = 50 \times 300 = 15\,000 \text{ J}$.

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{15\,000}{1,0 \times 16} \approx 940 \text{ J/kg}^\circ\text{C}.$$

Nilai acuan $\pm 900 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$. Hasil sedikit lebih besar karena sebagian energi hilang ke lingkungan, sehingga energi yang benar-benar menaikkan suhu balok lebih kecil dari 15.000 J.

20. Bab 17 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Energi terbuang • gaya IGCSE • 17-4-04

Mesin sebuah motor memiliki efisiensi 25%. Selama 3 detik, mesin menghasilkan usaha berguna 15 kJ. Hitung energi yang terbuang sebagai kalor (*wasted energy*).

Jawaban: kJ

Kunci: 45 kJ

Pembahasan: Energi masukan: $E = \frac{15}{0,25} = 60 \text{ kJ}$.

Energi terbuang: $60 - 15 = 45 \text{ kJ}$.

21. Bab 18 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Frekuensi dari pengukuran • gaya IGCSE • 18-4-03

Riak membutuhkan waktu 6,0 s untuk menyeberangi tangki riak yang panjangnya 1,5 m. Panjang gelombang riak 2,5 cm. Hitung frekuensi riak.

Jawaban: Hz

Kunci: 10 Hz

Pembahasan: Kecepatan: $v = \frac{1,5}{6,0} = 0,25 \text{ m/s}$.

Frekuensi: $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{0,25}{0,025} = 10 \text{ Hz}$. Ingat mengubah 2,5 cm menjadi 0,025 m.

22. Bab 19 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Osiloskop • gaya IGCSE • 19-4-04

Bunyi garpu tala ditampilkan di layar osiloskop. Satu gelombang penuh menempati 4 kotak mendatar, dan skala waktunya 0,5 ms per kotak. Hitung frekuensi bunyi itu.

Jawaban: Hz

Kunci: 500 Hz

Pembahasan: Periode $T = 4 \times 0,5 \text{ ms} = 2 \text{ ms} = 0,002 \text{ s}$.

$f = 1/T = 1/0,002 = 500 \text{ Hz}$.

23. Bab 22 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Energi kapasitor • gaya IGCSE • 22-4-04

Kapasitor 2200 µF pada rangkaian penguat suara diisi sampai 12 V. Hitung energi yang tersimpan.

Jawaban: J

Kunci: 0,158 J

Pembahasan: $W = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}(2200 \times 10^{-6})(12)^2 = 0,158 \text{ J}$.

24. Bab 22 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Muatan petir • gaya IGCSE • 22-4-03

Sambaran petir membawa arus rata-rata 20 kA selama 0,25 ms. Hitung muatan yang berpindah. (Muatan = arus $\times$ waktu.)

Jawaban: C

Kunci: 5 C

Pembahasan: $Q = It = (20 \times 10^3 \text{ A})(0,25 \times 10^{-3} \text{ s}) = 5 \text{ C}$.

Lima coulomb sama dengan sekitar 3×10^{19} elektron, berpindah dalam seperempat milidetik!

25. Bab 23 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Data eksperimen • gaya IGCSE • 23-4-01

Seorang siswa mengukur tegangan dan arus pada sebuah resistor:

V (V)	1,5	3,0	4,5	6,0
I (A)	0,10	0,20	0,30	0,40

Hitung hambatan (*resistance*) resistor tersebut.

Jawaban: Ω

Kunci: 15 Ω

Pembahasan: Perbandingan V/I tetap untuk semua data: $1,5/0,10 = 3,0/0,20 = \dots = 15 \Omega$. Karena V sebanding dengan I , resistor ini patuh hukum Ohm (ohmik). Kemiringan grafik $V-I = 15 \Omega$.

Mata pelajaran: Fisika Jumlah soal: 20 Waktu: 150 menit Level: Lv 4 IGCSE, Lv 5 IB DP, Lv 6 Olimpiade

Kisi-kisi

No	Bab / materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk	Kunci
1	Bab 12 • Grafik a–x	Peserta didik dapat mengevaluasi grafik a–x (Bab 12: Elastisitas & Getaran Harmonik).	L3 • Penalaran (Lv 5)	Pilihan ganda	D
2	Bab 34 • Es terapung	Peserta didik dapat memecahkan masalah non-rutin tentang es terapung (Bab 34: Energi Terbarukan & Perubahan Iklim).	L3 • Penalaran (Lv 6)	Pilihan ganda	D
3	Bab 1 • Sinyal satelit	Peserta didik dapat menghitung dari data sinyal satelit (Bab 1: Kenapa Fisika? Membaca Aturan Main Alam).	L2 • Aplikasi (Lv 4)	Isian	0,24 s
4	Bab 28 • Daya dari foton	Peserta didik dapat menghitung dari data daya dari foton (Bab 28: Kuantum: Foton & Gelombang Materi).	L2 • Aplikasi (Lv 4)	Isian	0,9174 W
5	Bab 33 • Jeda S–P	Peserta didik dapat menghitung dari data jeda s–p (Bab 33: Fisika Bumi & Bencana).	L2 • Aplikasi (Lv 4)	Isian	25 s
6	Bab 19 • Layangan dari tegangan dawai	Peserta didik dapat menganalisis secara kuantitatif layangan dari tegangan dawai (Bab 19: Bunyi).	L3 • Penalaran (Lv 5)	Isian	2,985 Hz
7	Bab 29 • Jarak terdekat	Peserta didik dapat menganalisis secara kuantitatif jarak terdekat (Bab 29: Model Atom & Spektrum).	L3 • Penalaran (Lv 5)	Isian	$2,95 \times 10^{-14} \text{ m}$

8	Bab 4 · Jarak vs perpindahan dengan kalkulus	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung jarak vs perpindahan dengan kalkulus (Bab 4: Gerak Lurus).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	12 m
9	Bab 14 · Waktu pengosongan tangki	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung waktu pengosongan tangki (Bab 14: Fluida Dinamis).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	1.514 s
10	Bab 15 · Pemuaian bandul	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung pemuaian bandul (Bab 15: Suhu, Kalor & Perpindahan Kalor).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	12,3 s
11	Bab 20 · Sudut penerimaan serat optik	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung sudut penerimaan serat optik (Bab 20: Cermin, Lensa & Alat Optik).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	32,6 °
12	Bab 21 · Rantai polarisator	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung rantai polarisator (Bab 21: Cahaya sebagai Gelombang).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	0,66
13	Bab 23 · Susunan sel optimum	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung susunan sel optimum (Bab 23: Listrik Dinamis).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	3 A
14	Bab 26 · Osilasi LC	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung osilasi lc (Bab 26: Arus Bolak-balik).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	0,791 A
15	Bab 32 · Riak eksak	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung riak eksak (Bab 32: Elektronika & Gerbang Logika).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	3,625 V
16	Bab 35 · Menimbang Matahari	Peserta didik dapat memodelkan dan menghitung menimbang matahari (Bab 35: Astrofisika & Alam Semesta).	L3 · Penalaran (Lv 6)	Isian	$1,99 \times 10^{30}$ kg

3. Bab 1 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Sinyal satelit • gaya IGCSE • 01-4-04

Sinyal internet dikirim dari stasiun bumi di Jakarta ke satelit SATRIA-1 di orbit geostasioner, sekitar 36.000 km di atas permukaan Bumi, lalu dipancarkan ke sebuah sekolah di Papua. Anggap jarak satelit-sekolah juga 36.000 km. Gelombang radio merambat dengan kecepatan $3,0 \times 10^8$ m/s. Hitung waktu tempuh total sinyal.

Jawaban: s

Kunci: 0,24 s

Pembahasan: Jarak total: $2 \times 36.000 \text{ km} = 7,2 \times 10^7 \text{ m}$.

$$t = \frac{7,2 \times 10^7}{3,0 \times 10^8} = 0,24 \text{ s}.$$

Jeda seperempat detik inilah yang kadang terasa saat panggilan video lewat satelit.

4. Bab 28 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Daya dari foton • gaya IGCSE • 28-4-04

Dalam satu detik, sebuah LED merah (650 nm) memancarkan $3,0 \times 10^{18}$ foton. Hitung daya cahaya yang dipancarkan LED. ($h = 6,626 \times 10^{-34}$ J s, $c = 3,0 \times 10^8$ m/s)

Jawaban: W

Kunci: 0,9174 W

Pembahasan: Energi satu foton: $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6,626 \times 10^{-34})(3,0 \times 10^8)}{650 \times 10^{-9}} \approx 3,06 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Daya: $P = NE = (3,0 \times 10^{18})(3,06 \times 10^{-19}) \approx 0,92 \text{ W}$.

5. Bab 33 • Lv 4 • IGCSE • Isian • Jeda S-P • gaya IGCSE • 33-4-03

Gelombang P merambat dengan kecepatan 6,0 km/s dan gelombang S dengan 3,5 km/s. Sebuah stasiun berjarak 210 km dari pusat gempa. Hitung (*calculate*) selisih waktu tiba gelombang S dan P.

Jawaban: s

Kunci: 25 s

Pembahasan: $t_S = 210/3,5 = 60 \text{ s}$ dan $t_P = 210/6,0 = 35 \text{ s}$.

$$\Delta t = 60 - 35 = 25 \text{ s}.$$

6. Bab 19 • Lv 5 • IB DP • Isian • Layangan dari tegangan dawai • gaya IB • 19-5-04

Dua dawai identik sama-sama bernada dasar 300 Hz. Tegangan salah satu dawai dinaikkan 2,0%. Berapa frekuensi layangan yang terdengar ketika keduanya dipetik bersamaan?

Jawaban: Hz

Kunci: 2,985 Hz

Pembahasan: $f' = 300\sqrt{1,02} \approx 302,99 \text{ Hz}$, jadi $f_L \approx 3,0 \text{ Hz}$.

Cara cepat: $\Delta f \approx \frac{1}{2} \times 2\% \times 300 = 3 \text{ Hz}$. Pemain musik memakai layangan seperti ini untuk menyetel dawai dengan sangat teliti.

Partikel alfa berenergi kinetik 7,7 MeV ditembakkan lurus ke arah inti emas ($Z = 79$). Tentukan jarak terdekat partikel alfa ke pusat inti. ($k = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$, $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$, $1 \text{ MeV} = 1,60 \times 10^{-13} \text{ J}$)

Jawaban: m

Kunci: $2,95 \times 10^{-14} \text{ m}$

Pembahasan: Pada jarak terdekat, seluruh energi kinetik berubah menjadi energi potensial listrik: $E_k = \frac{k(2e)(79e)}{d}$

$$d = \frac{8,99 \times 10^9 \times 158 \times (1,60 \times 10^{-19})^2}{7,7 \times 1,60 \times 10^{-13}} \approx 2,95 \times 10^{-14} \text{ m} \approx 30 \text{ fm}.$$

Ini batas atas ukuran inti emas. Jari-jari sebenarnya ($\pm 7 \text{ fm}$) lebih kecil lagi. Asumsi: inti emas tidak terpental karena jauh lebih berat daripada partikel alfa.

Kecepatan sebuah partikel yang bergerak lurus adalah $v = 3t^2 - 12t + 9 \text{ (SI)}$. Berapa **jarak** total yang ditempuh partikel dari $t = 0$ sampai $t = 4 \text{ s}$?

Jawaban: m

Kunci: 12 m

Pembahasan: $v = 3(t - 1)(t - 3)$ bernilai nol pada $t = 1 \text{ s}$ dan $t = 3 \text{ s}$. Posisi (dengan $x_0 = 0$): $x = t^3 - 6t^2 + 9t$. $x(0) = 0$, $x(1) = 4$, $x(3) = 0$, $x(4) = 4 \text{ m}$.

Jarak = $|4 - 0| + |0 - 4| + |4 - 0| = 12 \text{ m}$, sedangkan perpindahannya hanya 4 m. Partikel maju 4 m, mundur 4 m, lalu maju lagi 4 m.

Tangki silinder berpenampang $0,50 \text{ m}^2$ berisi air setinggi 1,8 m. Lubang kecil berpenampang $2,0 \text{ cm}^2$ dibuka di dasarnya. Dengan model ideal $|dh/dt| = (a/A)\sqrt{2gh}$ dan $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, berapa detik waktu yang diperlukan sampai tangki kosong?

Jawaban: s

Kunci: 1.514 s

Pembahasan: Pisahkan variabel: $\frac{dh}{\sqrt{h}} = -\frac{a}{A}\sqrt{2g} dt$.

Integralkan dari h_0 ke 0: $2\sqrt{h_0} = \frac{a}{A}\sqrt{2g} T$, sehingga $T = \frac{A}{a}\sqrt{\frac{2h_0}{g}}$.

$$T = 2500 \times \sqrt{\frac{3,6}{9,81}} = 2500 \times 0,606 \approx 1,51 \times 10^3 \text{ s } (\pm 25 \text{ menit}).$$

Menarik: separuh pertama ketinggian turun hanya dalam $\pm 29\%$ waktu total, karena pancaran melemah saat air makin dangkal.

10. Bab 15 • Lv 6 • Olimpiade • Isian • Pemuaian bandul • gaya olimpiade • 15-6-02

Jam bandul berbandul kuning ($\alpha = 19 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$) berjalan tepat pada 20°C . Berapa detik jam itu terlambat dalam sehari semalam jika suhu ruangan tetap 35°C ? (Anggap periode $T = 2\pi\sqrt{L/g}$)

Jawaban: s

Kunci: 12,3 s

Pembahasan: $T \propto \sqrt{L}$, sehingga $\frac{\Delta T}{T} \approx \frac{1}{2} \frac{\Delta L}{L} = \frac{1}{2} \alpha \Delta \theta = \frac{1}{2} \times 19 \times 10^{-6} \times 15 = 1,43 \times 10^{-4}$.

Bandul berayun lebih lambat, jadi jam terlambat $86\,400 \times 1,43 \times 10^{-4} \approx 12$ detik per hari.

Pembuat jam presisi dahulu memakai bandul raksa atau batang invar (α sangat kecil) untuk mengatasinya.

11. Bab 20 • Lv 6 • Olimpiade • Isian • Sudut penerimaan serat optik • gaya olimpiade • 20-6-03

Inti serat optik berindeks bias 1,50 dan selubungnya 1,40. Cahaya dari udara masuk ke ujung serat yang dipotong tegak lurus. Berapa sudut datang maksimum (terhadap sumbu serat) agar cahaya tetap terpandu di dalam inti?

Jawaban: °

Kunci: 32,6 °

Pembahasan: Di ujung serat: $\sin \theta_{\text{maks}} = n_{\text{inti}} \sin \phi$, dengan ϕ sudut bias terhadap sumbu.

Di dinding, sudut datangnya $90^\circ - \phi$, yang harus $\geq \theta_c$ dengan $\sin \theta_c = n_{\text{sel}}/n_{\text{inti}}$. Batasnya $\cos \phi = n_{\text{sel}}/n_{\text{inti}}$.

$\sin \theta_{\text{maks}} = n_{\text{inti}} \sqrt{1 - \cos^2 \phi} = \sqrt{n_{\text{inti}}^2 - n_{\text{sel}}^2} = \sqrt{2,25 - 1,96} = 0,539$.

$\theta_{\text{maks}} \approx 32,6^\circ$. Besaran $\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$ disebut *numerical aperture* serat.

12. Bab 21 • Lv 6 • Olimpiade • Isian • Rantai polarisator • gaya olimpiade • 21-6-03

Cahaya terpolarisasi vertikal melewati 6 polarisator ideal. Sumbunya berturut-turut 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , dan 90° dari vertikal. Berapa bagian intensitas awal yang keluar? (Tulis sebagai pecahan desimal, misalnya 0,5.)

Jawaban:

Kunci: 0,66

Pembahasan: Setiap langkah mengalikan intensitas dengan $\cos^2 15^\circ$. Totalnya $(\cos^2 15^\circ)^6 = \cos^{12} 15^\circ = 0,9659^{12} \approx 0,66$.

Arah polarisasi berputar 90° dan masih tersisa 66% cahaya. Jika dipakai satu polarisator 90° saja, hasilnya 0!

Untuk $N \rightarrow \infty$, $\cos^{2N}(\pi/2N) \approx 1 - \pi^2/4N \rightarrow 1$.

13. Bab 23 • Lv 6 • Olimpiade • Isian • Susunan sel optimum • gaya olimpiade • 23-6-03

Ada 24 sel identik, masing-masing dengan GGL 1,5 V dan hambatan dalam $0,5 \Omega$. Sel-sel itu disusun menjadi m baris paralel, dan setiap baris berisi n sel seri ($nm = 24$). Susunan ini menghidupi hambatan luar 3Ω . Berapa arus terbesar yang dapat diperoleh dengan memilih n dan m terbaik?

Jawaban: A

Kunci: 3 A

Pembahasan: GGL total $n\varepsilon$, hambatan dalam total nr/m . Jadi $I = \frac{n\varepsilon}{R + nr/m} = \frac{N\varepsilon}{mR + nr}$ dengan $N = nm = 24$ tetap.

Penyebut $mR + nr$ minimum (dengan mn tetap) saat $mR = nr$, yaitu $nr/m = R$: $0,5n/m = 3 \rightarrow n = 6m \rightarrow 6m^2 = 24 \rightarrow m = 2$, $n = 12$.

$I = \frac{12 \times 1,5}{3 + 3} = 3$ A. (Bandingkan: semua seri hanya 2,4 A, dan 6 seri $\times$ 4 baris juga 2,4 A.)

14. Bab 26 • Lv 6 • Olimpiade • Isian • Osilasi LC • gaya olimpiade • 26-6-01

Kapasitor 2 μF diisi sampai 50 V, lalu dilepas dari baterai dan dihubungkan ke kumparan ideal 8 mH. Berapa arus maksimum dalam rangkaian?

Jawaban: A

Kunci: 0,791 A

Pembahasan: $\frac{1}{2}CV_0^2 = \frac{1}{2}LI_{\text{maks}}^2 \Rightarrow I_{\text{maks}} = V_0\sqrt{\frac{C}{L}}$

$$I_{\text{maks}} = 50\sqrt{\frac{2 \times 10^{-6}}{8 \times 10^{-3}}} = 50 \times 0,0158 \approx 0,79 \text{ A.}$$

Frekuensinya $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 1,26 \text{ kHz}$, jadi energi berpindah bolak-balik ribuan kali per detik.

15. Bab 32 • Lv 6 • Olimpiade • Isian • Riak eksak • gaya olimpiade • 32-6-02

Pada penyearah setengah gelombang 50 Hz, kapasitor 100 μF terisi hingga puncak 20 V, lalu melepas muatan melalui beban 1,0 k Ω . Anggap pelepasan berlangsung selama satu periode penuh (0,020 s) menurut $V = V_0 e^{-t/RC}$. Hitung riak puncak-ke-puncak yang **eksak** menurut model ini.

Jawaban: V

Kunci: 3,625 V

Pembahasan: $RC = 1000 \times 100 \times 10^{-6} = 0,10 \text{ s.}$

$$V_{\text{min}} = 20 e^{-0,020/0,10} = 20 e^{-0,2} = 16,37 \text{ V.}$$

$$\text{Riak} = 20 - 16,37 \approx 3,63 \text{ V.}$$

Pendekatan linear memberi $V_0 T/RC = 4,0 \text{ V}$, terlalu besar sekitar 10% karena $T/RC = 0,2$ tidak terlalu kecil. (Model ini sendiri masih kasar: sebenarnya kapasitor mulai terisi lagi sebelum satu periode penuh berlalu.)

16. Bab 35 • Lv 6 • Olimpiade • Isian • Menimbang Matahari • gaya olimpiade • 35-6-02

Bumi mengorbit Matahari pada jari-jari rata-rata $1,496 \times 10^{11} \text{ m}$ dengan periode $3,156 \times 10^7 \text{ s}$. Dengan $G = 6,674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$, tentukan massa Matahari dalam satuan 10^{30} kg . (Contoh: jika hasilmu $2,5 \times 10^{30} \text{ kg}$, tulis 2,5.)

Jawaban: $\times 10^{30} \text{ kg}$

Kunci: $1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$

Pembahasan: $\frac{GM}{r^2} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ (hukum III Kepler).

$$M = \frac{39,48 \times (1,496 \times 10^{11})^3}{6,674 \times 10^{-11} \times (3,156 \times 10^7)^2} \approx 1,99 \times 10^{30} \text{ kg.}$$

Hanya dari ukuran dan lamanya orbit Bumi, kita bisa "menimbang" Matahari, ± 333.000 kali massa Bumi.

Jelaskan (*explain*) mengapa gelombang tsunami bertambah tinggi ketika mendekati pantai. [3 poin]

Kunci/rubrik:

1. Cepat rambat tsunami bergantung pada kedalaman ($v = \sqrt{gh}$), sehingga gelombang melambat di air dangkal.
2. Bagian depan gelombang melambat lebih dulu sementara bagian belakang masih cepat, sehingga panjang gelombang memendek (air "menumpuk").
3. Energi gelombang hampir tidak berkurang tetapi terkumpul dalam volume air yang lebih kecil, sehingga amplitudo (tinggi) gelombang bertambah.

Pembahasan: Satu poin untuk hubungan kecepatan–kedalaman, satu poin untuk pemendekan panjang gelombang, satu poin untuk kekekalan energi yang menyebabkan amplitudo naik.

(a) Tunjukkan bahwa untuk tegangan sinus $V = V_0 \sin \omega t$ pada resistor R , daya rata-ratanya $\frac{V_0^2}{2R}$, lalu simpulkan $V_{\text{rms}} = V_0/\sqrt{2}$.

(b) Sebuah gelombang kotak berayun antara +12 V dan –12 V. Berapa V_{rms} -nya?

(c) Multimeter murah mengukur nilai rata-rata tegangan yang disearahkan, lalu mengalikannya dengan faktor tetap agar tepat untuk sinus. Jelaskan mengapa alat itu salah membaca gelombang kotak di (b).

Kunci/rubrik: (a) $P(t) = \frac{V_0^2}{R} \sin^2 \omega t$. Karena $\sin^2 \omega t = \frac{1}{2}(1 - \cos 2\omega t)$ dan rata-rata $\cos 2\omega t$ dalam satu periode nol, $\langle P \rangle = \frac{V_0^2}{2R}$. Menyamakan dengan V_{rms}^2/R memberi $V_{\text{rms}} = V_0/\sqrt{2}$.

(b) Kuadrat tegangannya selalu 144 V², jadi $V_{\text{rms}} = 12$ V.

(c) Rata-rata gelombang kotak yang disearahkan adalah 12 V. Faktor untuk sinus adalah $\frac{V_0/\sqrt{2}}{2V_0/\pi} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \approx 1,11$, sehingga alat menampilkan $\approx 13,3$ V, sekitar 11% terlalu besar. Faktor itu hanya benar untuk bentuk sinus.

Pembahasan: Nilai rms bergantung pada **bentuk** gelombang. Alat "true rms" menghitung akar rata-rata kuadrat secara langsung sehingga benar untuk bentuk apa pun.

Diameter proton sekitar $1,7 \times 10^{-15}$ m dan diameter atom hidrogen sekitar $1,1 \times 10^{-10}$ m.

(a) Jika atom hidrogen diperbesar sehingga protonnya sebesar kelereng berdiameter 1,5 cm, berapa diameter atomnya?

(b) Berapa persen volume atom yang ditempati proton?

(c) Jika atom hampir kosong, mengapa tanganmu tidak menembus meja? Jelaskan dengan gaya dasar yang sesuai.

Kunci/rubrik: (a) Faktor perbesaran: $\frac{1,5 \times 10^{-2}}{1,7 \times 10^{-15}} \approx 8,8 \times 10^{12}$. Diameter atom: $1,1 \times 10^{-10} \times 8,8 \times 10^{12} \approx 970$ m, hampir 1 km! Sebuah kelereng di tengah lapangan selebar 1 km.

(b) Perbandingan volume = (perbandingan diameter)³ = $\left(\frac{1,7 \times 10^{-15}}{1,1 \times 10^{-10}}\right)^3 \approx (1,5 \times 10^{-5})^3 \approx 3,7 \times 10^{-15}$, yaitu sekitar 4×10^{-13} persen.

(c) Yang bersentuhan adalah awan elektron atom-atom tangan dan meja. Elektron yang bermuatan negatif saling tolak melalui **gaya elektromagnetik** yang sangat kuat pada jarak dekat (ditambah larangan Pauli dari fisika kuantum, yang melarang dua elektron menempati keadaan yang sama). Gaya tolak inilah yang kita rasakan sebagai gaya normal.

Pembahasan: Soal ini melatih penskalaan: panjang diskalakan linear, volume diskalakan pangkat tiga. Bagian (c) menunjukkan bahwa "sentuhan" dan gaya normal pada dasarnya adalah gaya elektromagnetik.

Ambulans bersirene $f = 700$ Hz melaju dengan kecepatan tetap $u = 25$ m/s di jalan lurus. Raka berdiri diam sejauh d dari jalan. Cepat rambat bunyi $v = 340$ m/s.

- (a) Jika bunyi dipancarkan saat garis ambulans–Raka membentuk sudut θ dengan arah gerak, tuliskan frekuensi yang didengar Raka.
- (b) Jelaskan mengapa nada terdengar turun secara mendadak jika d sangat kecil, tetapi landai jika d besar.
- (c) Tepat saat ambulans berada di titik terdekat dengan Raka, berapa frekuensi yang sedang didengar Raka? Mengapa tidak sama dengan 700 Hz?

Kunci/rubrik: (a) Hanya komponen kecepatan sepanjang garis pandang yang berpengaruh: $f' = \frac{f}{1 - (u/v) \cos \theta}$.

Nilainya bergerak dari $\frac{v}{v-u} f \approx 756$ Hz (jauh di depan) ke $\frac{v}{v+u} f \approx 652$ Hz (jauh di belakang).

(b) Jika d kecil, θ berubah dari hampir 0° ke hampir 180° dalam waktu sangat singkat saat ambulans lewat, sehingga nada "melompat". Jika d besar, θ berubah perlahan, sehingga nada turun landai.

(c) Bunyi yang sampai saat itu dipancarkan lebih awal, ketika ambulans masih di belakang titik terdekat sejauh $u\tau$, dengan $v\tau = \sqrt{(u\tau)^2 + d^2}$. Maka $\cos \theta = u\tau/(v\tau) = u/v$, sehingga $f' = \frac{f}{1 - u^2/v^2} = \frac{700}{1 - (25/340)^2} \approx 704$ Hz, sedikit di atas 700 Hz, dan tidak bergantung pada d .

Pembahasan: Kunci soal ini adalah **waktu tunda**: yang kamu dengar sekarang adalah bunyi yang dipancarkan beberapa saat lalu. Frekuensi tepat 700 Hz didengar sedikit *setelah* ambulans melewati titik terdekat. Grafik frekuensi pada lab mini Doppler memperlihatkan semua ini.