

WORKSHEET

Mata Kuliah : Fisika Kuantum
Materi : Domain Kajian dan Sejarah Fisika Kuantum
Kelompok : 1.
2.
3.
4.
Kelas :

A. Tujuan Pembelajaran

1. Memprediksi pergeseran panjang gelombang dan intensitas radiasi saat suhu benda dinaikkan.
2. Mengidentifikasi syarat utama pelepasan elektron pada efek fotolistrik (frekuensi ambang).
3. Menganalisis pengaruh parameter celah ganda terhadap pola interferensi yang terbentuk.
4. Membandingkan prediksi teori gelombang klasik dengan realita eksperimen kuantum pada ketiga fenomena tersebut.
5. Menyimpulkan konsep Dualisme Gelombang-Partikel yang merevolusi fisika modern.

B. Orientasi Masalah

Bacalah narasi masalah berikut!

Pada akhir abad ke-19, banyak fisikawan percaya bahwa hampir seluruh fenomena alam telah dapat dijelaskan oleh mekanika Newton dan elektromagnetisme Maxwell. Fisikawan klasik merasa fisika sudah "selesai". Namun, ada tiga misteri besar yang gagal dijelaskan oleh fisika klasik:

1. Bencana Ultraviolet: Teori klasik memprediksi benda yang dipanaskan akan memancarkan radiasi tak terhingga di spektrum ultraviolet. (Faktanya tidak!).
2. Efek Fotolistrik: Cahaya yang sangat terang (intensitas tinggi) ternyata gagal melepaskan elektron dari logam jika warnanya (frekuensinya) salah.
3. Dualisme: Cahaya dan elektron kadang menunjukkan sifat partikel diskrit, tapi di saat bersamaan bisa membentuk pola pita interferensi layaknya gelombang.

Permasalahan:

Benarkah cahaya murni sebuah gelombang kontinu, atau ia adalah paket-paket partikel (foton)? Dan bagaimana eksperimen-eksperimen di atas membuktikan batasan fisika klasik? Mari kita buktikan!

Jawab:

C. Merumuskan Prediksi Awal

Diskusikan dengan kelompok Anda dan tuliskan tebakan awal beserta alasan ilmiah kalian!

1. **Radiasi Benda Hitam:** Jika besi terus-menerus dipanaskan dari suhu rendah ke suhu yang sangat ekstrim, apakah warna pijarnya akan tetap merah, atau berubah ke warna lain?

Prediksi Awal	Alasan Ilmiah

2. **Efek Fotolistrik:** Menurut Anda, cahaya manakah yang lebih efektif untuk melepaskan electron dari permukaan logam: cahaya merah yang *sangat terang/menyilaukan*, atau cahaya ungu yang *redup*?

Prediksi Awal	Alasan Ilmiah

3. **Eksperimen Celah Ganda:** Jika kita menembakkan cahaya atau elektron ke tembok bercelah dua, apakah wujud yang tercetak di layar belakang hanya berupa "dua garis" saja?

Jawab:

Prediksi Awal	Alasan Ilmiah

D. Eksplorasi melalui Simulasi

Mari kita uji hipotesis Anda di atas menggunakan tiga simulasi.

a. Eksperimen Radiasi Benda Hitam

Langkah Percobaan:

- 1) Buka tautan Simulasi Radiasi Benda Hitam dengan *scan QR Code* di bawah ini.



- 2) Geser *slider* Suhu (K) secara bertahap dari Lilin → Matahari → Bintang Panas.
- 3) Amati perubahan warna benda dan letak angka Puncak (nm) pada grafik Spektrum Intensitas.
- 4) Catat pada tabel di bawah ini!

Kondisi Suhu Benda	Warna Pijar Benda	$\lambda_{\text{maks}}(\text{nm})$	Energi Relatif (Rendah/ Sedang/ Tinggi)	Pergeseran Puncak Kurva (Ke Kiri/Kanan)
Lilin (~2000 K)				
Matahari (~5700 K)				
Bintang Panas (~14000 K)				

b. Eksperimen Efek Fotolistrik

Langkah Percobaan:

- 1) Buka tautan simulasi Efek Fotolistrik dengan *scan QR Code* di bawah ini.



- 2) Atur slider Fungsi Kerja (ϕ) di angka 3.00 eV (Logam Kalsium).
- 3) Geser frekuensi cahaya ke warna Merah. Buat Intensitas Cahaya menjadi Maksimal (Paling Tinggi). Amati elektronnya.

- 4) Geser frekuensi cahaya ke warna Biru. Buat Intensitas Cahaya menjadi Maksimal. Amati elektronnya.
- 5) Gunakan persamaan $K_{max} = hf - \phi$ untuk menghitung energi kinetik secara matematis.
- 6) Catat pada tabel di bawah ini!

Pengaturan Cahaya	Frekuensi (Hz)	Energi Foton (eV)	Apakah Elektron Terlepas? (Ya/Tidak)	K_{max} (eV)
Merah + Intensitas Maksimal				
Biru + Intensitas Maksimal				

c. Eksperimen Celah Ganda

Langkah Percobaan:

- 1) Buka tautan Simulasi Celah Ganda dengan *scan QR Code* di bawah ini.



- 2) Ubah-ubah Jarak Celah (d) dan Panjang Gelombang (λ). Amati jarak pita garis terang di layar detektor.
- 3) Kembalikan parameter ke tengah. Ubah mode tembakan menjadi Mode Partikel dan amati polanya di layar.
- 4) Catat pada tabel di bawah ini!

Tindakan yang Dilakukan	Bentuk Pola di Layar Detektor (Banyak Pita/Garis Biru)	Jarak Antar Pita Terang (Merapat/Melebar)
Mode gelombang: Memperbesar jarak celah (d)		
Mode gelombang: Memperbesar panjang gelombang (λ)		
Mode tembakan partikel		

E. Analisis & Penjelasan Konsep

1. Analisis Hukum Wien (Dari Percobaan 1):

Berdasarkan data Anda, saat suhu benda semakin panas, nilai panjang gelombang puncak (λ_{maks}) semakin mengecil (bergeser ke kiri/warna biru). Jelaskan mengapa bintang berwarna biru suhunya jauh lebih panas daripada bintang berwarna merah!

Jawab:

2. Membandingkan Teori Klasik vs Kuantum (Dari Percobaan 2):

Menurut fisika klasik, cahaya terang (intensitas tinggi) pasti bisa merontokkan elektron jika disinari terus-menerus karena energinya menumpuk. Namun pada percobaan cahaya merah terang, mengapa elektron tetap tidak lepas? Kaitkan dengan konsep Einstein bahwa cahaya adalah paket foton!

Jawab:

3. Menganalisis Pola Interferensi (Dari Percobaan 3):

Secara teoritis, jarak antar pita terang diformulasikan sebagai $y = \frac{L\lambda}{d}$. Berdasarkan hasil pengamatan Anda di Percobaan 3, apakah benar jika jarak celah (d) diperbesar, maka jarak antar pita (y) di layar akan merapat? Jelaskan kesesuaiannya dengan rumus tersebut!

(Catatan: y menyatakan jarak antar pita terang pada layar (m), L menyatakan jarak celah ke layar (m), λ menyatakan panjang gelombang cahaya/partikel (m), dan d menyatakan jarak antar celah (m)).

Jawab:

F. Elaborasi: Teori Klasik vs Kuantum

Pada tahap ini, bandingkan penjelasan fisika klasik dengan hasil eksperimen kuantum yang telah Anda amati.

1. Perbandingan Fisika Klasik dan Kuantum

Lengkapi tabel berikut berdasarkan hasil eksperimen.

Fenomena	Prediksi Fisika Klasik	Hasil Eksperimen Kuantum	Konsep Kuantum yang Muncul
Radiasi Benda Hitam			
Efek Fotolistrik			
Celah Ganda			

2. Hubungan Ketiga Fenomena

Berdasarkan ketiga eksperimen, jelaskan hubungan antara radiasi benda hitam, efek fotolistrik, dan celah ganda dalam menunjukkan keterbatasan fisika klasik.

Jawab:

3. Dualisme Gelombang-Partikel

Jelaskan bagaimana efek fotolistrik dan eksperimen celah ganda menunjukkan bahwa cahaya dapat memiliki sifat partikel sekaligus sifat gelombang.

Jawab:

G. Evaluasi dan Refleksi

1. Pertanyaan Reflektif Kelompok

Jika Anda hidup pada tahun 1890 dan hanya mengenal fisika klasik, eksperimen manakah yang paling sulit Anda terima? Jelaskan alasan ilmiah Anda.

Jawab:

2. Kesimpulan

Susunlah kesimpulan dari ketiga eksperimen yang Anda lakukan untuk membuktikan konsep Dualisme Gelombang-Partikel menggunakan format berikut:

- *Claim* (Pernyataan/Klaim): Tuliskan pernyataan kesimpulan Anda tentang apakah cahaya itu gelombang, partikel, atau keduanya!
- *Evidence* (Bukti Eksperimen): Tuliskan data/fakta pendukung dari hasil pengamatan simulasi benda hitam, fotolistrik, dan celah ganda yang membuktikan klaim Anda!
- *Reasoning* (Alasan Logis Fisika): Jelaskan alasan fisika mengapa bukti-bukti eksperimen tersebut mengarah pada kesimpulan konsep dualisme!

Jawab: