

Latihan Fisika Komputasi Lanjut

Pengantar 1

Integral numerik juga dapat dikerjakan apabila integrand diberikan bukan sebagai suatu fungsi, melainkan berupa data.

Masalah 1

Perhatikan data berikut:

x	V
10	0.01794775
15	0.03808997
20	0.05516225
25	0.05598281
30	0.04795629
35	0.04807485
40	0.06273566
45	0.07853982
50	0.07395442
55	0.04201338

Hitung integral:

$$I = \int_{10}^{55} dx V(x)$$

dengan menggunakan metode Simpson (Simpson komposit) dan metode interpolasi Lagrange.

Pengantar 2

Untuk interaksi berupa *central force* fungsi gelombang sistem dapat diseparasi menjadi $\psi(\mathbf{r}) = R_{El}(r)Y_{lm}(\hat{\mathbf{r}})$, dengan $Y_{lm}(\hat{\mathbf{r}})$ adalah fungsi harmonik bola dan $R_{El}(r)$ fungsi radial, yang memenuhi persamaan radial berikut:

$$\left\{ \frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d}{dr} + \frac{2m(E - V(r))}{\hbar^2} - \frac{l(l+1)}{r^2} \right\} R_{El}(r) = 0.$$

Masalah 2

Sebuah proton bergerak dalam pengaruh potensial $V(r)$ berikut:

$$V(r) = V_0 \frac{e^{-\lambda r}}{r}, \quad V_0 = 600 \text{ MeV fm}, \quad \lambda = 1,5 \text{ fm}^{-1}.$$

Energi proton itu sebelum memasuki daerah efektif potensial tersebut adalah $E = 200$ MeV, massa proton $m = 938,27 \text{ MeV}/c^2$, dengan c adalah laju cahaya di ruang vakum, dan nilai konstanta $\hbar = 197,33 \text{ MeV fm}/c$. Fungsi gelombang radial proton tersebut $R_{El}(r)$ memenuhi persamaan radial.

1. Buat *code* metode Runge-Kutta orde 4 untuk persamaan radial di atas.
2. Gunakan *code* itu untuk menghitung $R_{El}(r)$ $l = 1$ dan $l = 2$, dengan $0,001 \leq r \leq 10$ fm, $\Delta r = 0,1$ fm. Diketahui bahwa $R_{E1}(0,001) = 3,213 \times 10^{-6}$, $R_{E2}(0,001) = 1,995 \times 10^{-9}$, $\frac{dR_{E1}(0,001)}{dr} = 0,002$, dan $\frac{dR_{E2}(0,001)}{dr} = 1,928 \times 10^{-6}$.
3. Buat pada satu grafik $R_{El}(r)$ terhadap r untuk $l = 1$ dan $l = 2$.

Pengantar 3

Pada fenomena perambatan kalor secara konduksi pada satu dimensi berlaku persamaan kalor berikut:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{k}{c_p \rho} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2},$$

dengan T adalah temperatur, t waktu, x posisi, k konduktivitas termal, c_p kapasitas kalor jenis, dan ρ rapat massa. Persamaan kalor tersebut merupakan persamaan differensial partial parabolik.

Masalah 3

Sebatang logam sepanjang 1 m mula-mula berada pada temperatur kamar 27 °C. Kemudian ujung yang satu dimasukkan ke es pada 0 °C dan ujung yang lain dimasukkan ke bara api pada 110 °C. Temperatur di kedua ujung batang tersebut dijaga tetap.

1. Buat *code* untuk persamaan kalor di atas.
2. Gunakan *code* itu untuk menghitung temperatur di sepanjang logam tersebut dari waktu ke waktu sampai tercapai keadaan stasioner. Pilihlah sendiri jenis logam yang dipakai dan gunakan nilai konstanta fisis yang sesuai untuk jenis logam tersebut. Perhatikan satuan.
3. Buat grafik tiga dimensi untuk menunjukkan temperatur di sepanjang batang dari waktu ke waktu.

Pengantar 4

Pada fenomena perambatan gelombang pada dawai berlaku persamaan gelombang berikut:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \frac{T}{\mu} \frac{\partial^2 y}{\partial x^2},$$

dengan y adalah simpangan, t waktu, x posisi, T tegangan dawai, dan μ rapat massa dawai. Persamaan gelombang tersebut merupakan persamaan differensial partial hiperbolik.

Masalah 4

Seutas dawai sepanjang 1 m memiliki massa 1 g. Dawai direntangkan dengan gaya sebesar 10 N dan kedua ujungnya diikat. Kemudian, dawai disimpangkan dengan simpangan:

$$y(x, 0) = \begin{cases} 0,05x & 0 < x \leq 20 \\ 1,25 - 0,0125x & 20 \leq x < 100 \end{cases},$$

dengan x dan y kedua-duanya dalam centimeter, lalu dilepas.

1. Buat *code* untuk persamaan gelombang di atas.
2. Gunakan *code* itu untuk menghitung simpangan di sepanjang dawai tersebut dari waktu ke waktu sampai suatu selang waktu tertentu. Perhatikan satuan.
3. Buat grafik tiga dimensi untuk menunjukkan simpangan di sepanjang dawai dari waktu ke waktu.

Pengantar 5

Beberapa masalah fisika merupakan masalah *eigenvalue*.

Masalah 5

Perhatikan persamaan *eigenvalue* berikut:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \alpha \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}.$$

1. Carilah *eigenvalue*, yang magnitudenya terbesar, beserta *eigenvector* untuk *eigenvalue* tersebut. Gunakan metode pangkat.
2. Carilah secara numerik semua *eigenvalue*. Gunakan polinomial karakteristik matrik. Kemudian, secara analitik carilah *eigenvector*.