

"FISIKA STATISTIK"Perkuliahan 6Latihan Soal 1

- i. Petunjuk pengamatan apa yang mendukung kesimpulan bahwa elektron yang mengelilingi proton dalam atom hidrogen tidak bisa memiliki energi dengan nilai sembarang?

Jawab :

B. Garis-garis spektrum absorpsi gas hidrogen

Penjelasan : Ketika atom hidrogen diberikan energi, maka atom itu akan memancarkan cahaya. Cahaya diukur melalui prinsip spektrometer, maka tidak dihasilkan spektrum kontinu melainkan hanya garis-garis cahaya terpisah dgn panjang gelombang tertentu.

Spektrum garis menunjukkan frekuensi tertentu (energi) yang diserap atau dipancarkan atom H. artinya, elektron dalam atom hanya bisa berada pada tingkat energi tertentu (terkuantisasi) dan tidak bisa memiliki nilai sembarang.

2. Berapa jumlah status energi elektron pada atom hidrogen pada tingkat energi sebesar elektron volt?

Jawab : C. 49.

Rumus : Energi elektron dalam atom hidrogen.

$$E_n = - \frac{13.6}{n^2} \quad (\text{data eV})$$

$$n \leq \sqrt{\frac{13.6}{E}}$$

Fold

Stoks energi = n^2

- Jika jumlah stoks energi = 7 maka

$$n^2 = 7 \quad n = \sqrt{7}$$

- Jika jumlah stoks energi = 15 maka

$$n^2 = 15 \quad n = \sqrt{15}$$

- Jika jumlah stoks energi = 49 maka

$$n^2 = 49 \quad n = \sqrt{49} = 7.$$

Jadi 49 = valid karena $n=7$ bilangan bulat.

3. Tetapan plank erg. diletak didapat dari hasil eksperimen mengenai

Jawab:

A. Radiasi benda hitam

Penjelasan:

Radiasi benda hitam mengacu pada radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh benda yang sempurna menyerap semua radiasi yang jatuh pada permukaan benda. Ketika benda hitam dipanaskan, ia mengeluarkan radiasi pada berbagai panjang gelombang. Max Planck mengungkapkan bahwa energi yang dipancarkan benda hitam tidak kontinuitas tapi terdiri dari kuanta energi (energi foton). Ia menemukan rumus dan melibatkan tetapan plank.

$$E = h \cdot \nu$$

~~4. Bagaimana bentuk rumus stoks energi.~~

4. Petunjuk pengamatan apa yang mendukung kesimpulan bahwa Objigen melakukan gerak ubrao?

Jawab : C. Spektrum absorpsi gelombang inframerah yang melalui gas oksigen.

Pengelasan :

Molekul oksigen (O_2) melakukan gerak vibrasi (getaran) saat menyerap energi inframerah. Ketika gelombang inframerah melewati gas oksigen, molekul² tersebut menyerap energi yang sesuai dengan frekuensi vibrasi mereka. Ini menghasilkan spektrum absorpsi inframerah dengan garis² tertentu yang menunjukkan energi yang diserap oleh molekul oksigen.

5. Hitunglah jumlah status energi vibrasi molekul Oksigen pada tingkat energi ke-7 dari tingkat paling bawah.

Jawab :

B. 7

(dimulai dari 0)

Pengelasan :

$$g(n) = n + 1$$

Untuk mencari tingkat energi ke-7, maka tingkat energi dimulai dari 0. (paling bawah). maka energi ke-7 sama dengan $n=6$.

$$g(6) = 6 + 1 = 7.$$

Namun jika menghitung energi ke-7 dan $n=7$

$$g(7) = 7 + 1 = 8.$$

Status energi dari tingkat paling bawah ($n=0$) tingkat ke-7 adalah 8 status, jika dihitung dari $n=6$ (tingkat ke-7 dari 0) maka ada 7 status.

Fold

6. Bagaimanakah bentuk rumus ekator energi gerak bebas sebuah partikel bermassa m dalam ruang didimensi 2 yang luasnya A ?

Jawab :

Gunakan model mekanika kuantum. Pahami model partikel dalam kotak (potensial berbatas) di ruang dua dimensi. Partikel ini memiliki energi diskrit. Fungsi gelombang berbentuk sinusoidal, batas dinding gelat yang nol di sisi kotak. $\rightarrow$ Kuantisasi nilai² energi.

Panjang sisi L_x dan L_y . Pers. Schrodinger.

$$E_{n_x, n_y} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m} \left(\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} \right)$$

Luas $A =$

$$L_x \cdot L_y \text{ berarti } L_x = L_y = \sqrt{A}$$

$$E_{n_x, n_y} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m} \left(\frac{n_x^2 + n_y^2}{A} \right)$$

Jumlah status energi = menghitungkan semua pasangan nilai (n_x, n_y)
 $n_x, n_y = 1, 2, 3, \dots$ bilangan kuadrat

7. Sebuah partikel dengan massa bergerak bebas dalam ruang yang volumenya V . Berapa jumlah status energi yang berdaya pada kisaran energi yang berdaya pada kisaran energi tersebut? $\therefore$

Jawab:

Prinsip mekanika duabim dan Abekt.

fungsi Jumlah states energi Ω pada tingkat energi tertentu.

$$\Omega(E) = \frac{V}{h^3} \cdot \frac{(2m)^{3/2}}{2} \cdot E^{3/2}$$

V = Volume

m = massa partikel

h = konstanta Planck

E : energi.

- Misal $E_1 = 6$, $E_2 = 8$, $E_3 = 24$.

Jumlah states energi:

- $\Omega(6) = \frac{V}{h^3} \cdot \frac{(2m)^{3/2}}{2} \cdot (6)^{3/2}$

- $\Omega(8) = \frac{V}{h^3} \cdot \frac{(2m)^{3/2}}{2} \cdot (8)^{3/2}$

- $\Omega(24) = \frac{V}{h^3} \cdot \frac{(2m)^{3/2}}{2} \cdot (24)^{3/2}$

8. Buat perhitungan serupa untuk tingkat energi yang besar 4, 6, 24.

Jawab:

- $\Omega(4) = \frac{V}{h^3} \cdot \frac{(2m)^{3/2}}{2} \cdot (4)^{3/2}$

- $\Omega(6) = \frac{V}{h^3} \cdot \frac{(2m)^{3/2}}{2} \cdot (6)^{3/2}$

- $\Omega(24) = \frac{V}{h^3} \cdot \frac{(2m)^{3/2}}{2} \cdot (24)^{3/2}$

Fold

9. Untuk atom hidrogen yang dikompakkan dalam volume 1 Liter berapa besar perbedaan energi transisi antara tingkat yang paling rendah dengan tingkat tertinggi?
Jawab:

$$\text{Energi transisi} : E = \frac{5}{2} kT$$

$$k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

Untuk atom Hidrogen

$$E_n = \frac{-13,6 \text{ eV}}{n^2}$$

• Energi tingkat pertama ($n=1$)

$$E_1 = \frac{-13,6 \text{ eV}}{1^2} = -13,6 \text{ eV}$$

$$E_2 = \frac{-13,6 \text{ eV}}{2^2} = \frac{-13,6}{4} = -3,4 \text{ eV}$$

$$\begin{aligned} \Delta E &= E_2 - E_1 = (-3,4 \text{ eV}) - (-13,6 \text{ eV}) \\ &= 10,2 \text{ eV} \end{aligned}$$

10. Untuk tingkat energi transisi yang hanya 1000.000 kali lipat dari tingkat energi transisi maka jumlah rekombinasi energi berlipat dgn

Jawab: $g(n) = n^3$

misal $E_n > E_m$, $E_n = k \cdot E_m$ ($k = 1.000.000$)

- $E_n = 1.000.000 \cdot E_m$

- Cari n dan m

nilai k yg lebih energi paksa sebanding dgn n^2

$$\frac{E_n}{E_m} = \frac{k \cdot E_m}{E_m} = k$$

- $\frac{n^2}{m^2} = k$

- $\frac{n}{m} = \sqrt{k} = \sqrt{1.000.000} = 1000$

$n = 1000$ kali dari m

$$g(m) = m^3$$

$$g(n) = n^3 = (k \cdot m)^3 = k^3 \cdot m^3$$

$$= (1.000.000)^3 \cdot m^3$$

$$g(n) = 10^{18} \cdot g(m)$$

Jadi tingkat energi transisi baru ada 1.000.000 kali lipat dari yang sebelumnya. $10^{18} \times$ lipat.

Jawab: B. 1.000.000 kali lipat.

Latihan Soal 2

1. Berapa jumlah konfigurasi luteiran mikro untuk menempatkan 5 partikel ke dalam 2 status energi?

Jawab: 6-6

mikro konfigurasi → cara memilih partikel ke status energi

$$N = \text{Jmlh partikel} = 5$$

$$\text{status energi} = 2$$

Kemungkinan jmlh partikel dalam satu status energi:

• 0, 1, 2, 3, 4, atau 5

ada 6 kemungkinan mikro konfigurasi.

$$\text{atau jlh konfigurasi} = \binom{N+k-1}{k-1}$$

k: status energi

$$= \binom{5+2-1}{2-1}$$

$$= \binom{6}{1}$$

$$= 6$$

2. Berapa jumlah luteiran mikro untuk menempatkan 1 molekul ke dalam status energi?

Jawab: C. 32.

Luteiran mikro = menempatkan partikel satu persatu pada status energi.

- 5 molekul
- 2 states energi

$$2^5 = 32.$$

$$\text{Jumlah konfigurasi} = 2^5 = 2^5 = 32$$

- atau
- molekul 1 $\rightarrow$ states 1 atau 2
 - molekul 2 $\rightarrow$ states 1 atau 2
 - molekul 3 $\rightarrow$ states 1 atau 2
 - molekul 4 $\rightarrow$ states 1 atau 2
 - molekul 5 $\rightarrow$ states 1 atau 2

$$\text{Total} = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$$

5. Berapa jumlah keragaman lukisan makro untuk lukisan makro yang memiliki peluang terbesar dan membagikan 5 molekul dalam 2 states energi?

Jawab :

B. 10.

Penjelasan :

- Lukisan makro = Cara menempatkan partikel satu per satu dan status energi memperhatikan identifikasi
- Lukisan makro = hanya melihat jumlah partikel tiap states energi.
- Keragaman lukisan makro dari suatu lukisan makro = Jumlah mikrokonfigurasi yang menghasilkan makro konfigurasi.
- Peluang terbesar saat konfigurasi mikro makro.

Fold

$$N = 5$$

$$K = 2$$

diberikan 5 senar

a. 2 molekul di status energi 1 dan 3 molekul di status energi 2

b. 3 molekul di status energi 1 dan 2 molekul di status energi 2

$$a. \text{ lukisan mikro} = \binom{5}{2} = \frac{5!}{2! (5-2)!} = \frac{5!}{2! 3!} = 10$$

$$\text{lukis mikro} = \binom{5}{3} = \frac{5!}{3! (5-3)!} = \frac{5!}{2! 3!} = 10$$

bb. Lukis mikro

$$\rightarrow = \binom{5}{3} = 10$$

Jadi ada 10 keragaman lukisan mikro

4. Jika permainan (2-10) kita dapatkan pada kerucut ini, dimana kita memiliki 52 molekul yang harus didapatkan di status energi. Tetapi masing-masing status energi pada suhu kristal energi ada pada suhu kristal energi, maka konfigurasi yang memiliki peluang terbesar akan diambil
Jawab :

$$A. (13, 13, 13, 13)$$

Ura : Jumlah lukisan mikro (konfigurasi mikro) untuk suatu konfigurasi mikro (n_1, n_2, n_3, n_4) dengan $N = 52$ adalah.

$$P = \frac{52!}{n_1! \cdot n_2! \cdot n_3! \cdot n_4!}$$

• (13, 13, 13, 13)

$$P = \frac{52!}{(13!)^4}$$

→ menyebarkan paling merata
Peluang maksimum

• (52, 0, 0, 0)

$$P = \frac{52!}{52! \cdot 0! \cdot 0! \cdot 0!} = 1$$

→ Sangat tidak seimbang
peluang minimum

• (0, 26, 26, 0)

$$P = \frac{52!}{0! \cdot 26! \cdot 26! \cdot 0!}$$

→ Jaraknya dari 52, 0, 0, 0
tapi kalah dari 13, 13, 13, 13

Jadi jawaban yang paling benar adalah
(13, 13, 13, 13)

8. Untuk soal yang sama dengan no. 4. perbandingan antara
peluang untuk mendapat kartu (11, 13, 15, 15) dengan
peluang untuk mendapat kartu (12, 13, 13, 7) adalah
Jawab: A. 0,74.

$$P_{\text{Pelat}} = \frac{P(11, 13, 15, 15)}{P(15, 13, 13, 15)} = \frac{52!}{11! \cdot 13! \cdot 15! \cdot 15!} \cdot \frac{15!}{(13!)^4}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Belum pakai} &= \frac{(13!)^4}{11! \cdot 13! \cdot 15! \cdot 13!} = \frac{13! \cdot 13! \cdot 13! \cdot 13!}{11! \cdot 13! \cdot 15! \cdot 13!} \\
 &= \frac{(13!)^2}{11! \cdot 15!} \\
 &= \underline{\underline{0.74}}
 \end{aligned}$$

6. Dalil Stirling yang lebih cepat untuk menghitung $\ln(x!)$ adalah Hitung berapa dari perbedaan antara $\ln(10!)$ dengan rumus ini ketika $\ln(10!)$ mungkin pers 2-5!

Jawab: B. 16 persen.

Rumus cepat Stirling $\rightarrow \boxed{\ln(n!) \approx n \ln n - n}$

dan pers. $\ln(n!) \approx n \ln n - n + \frac{1}{2} \ln(2\pi n)$

• hitung beda pers $\ln(10!)$

nilai eksak $\rightarrow \ln(10!) = \ln(3628800) \approx 15.1044$

• Stirling cepat $\rightarrow$

$$\begin{aligned}
 \ln(10!) &\approx 10 \ln 10 - 10 = 10 \times 2.3026 - 10 \\
 &= 23.026 - 10 \\
 &= 13.026
 \end{aligned}$$

• Hitung Selisih

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih} &= 15.1044 - 13.026 \\
 &= 2.0784
 \end{aligned}$$

$$\text{Persentase} = \left(\frac{2.0784}{15.1044} \right) \times 100\%$$

$$= 13.76\%$$

Dari opsi jawaban yang mendekati adalah 16%

7. Perhitungan yang serupa dengan soal no 6. Tapi untuk
besar $\ln(10001!)$ adalah.

Jawab : . A. 0,6 Persen.

a. Stirling's approx: $n \ln n - n$

b. Stirling's approx: $\ln(n!) \approx n \ln n - n + \frac{1}{2} \ln(2\pi n)$

a. $\ln(10001!) \approx 10001 \ln(10001) - 10001$

$\ln(10001) \approx \ln(10^4) = 9.210 + \ln(10001)$

$\approx 9.210 + 0.0001 = 9.2101$

$= 10001 \times 9.2101 - 10001$

$\approx 92111 - 10001$

$= 82110$

b. $\ln(10001!) \approx 10001 \ln(10001) - 10001 + \frac{1}{2} \ln(2\pi \cdot 10001)$

untuk:

$\frac{1}{2} \ln(2\pi \cdot 10001) = \frac{1}{2} \ln(62841) \approx \frac{1}{2} \times 11.05252$

Total = $82110 + 5.52$

$= 82115.52$

• Selisih person

$$\text{Selisih} = 82115,52 - 82110 = 5,52$$

$$\text{Persen} = \frac{5,52}{82.115,52} \times 100\%$$

$$= 0,067\% \quad \text{dibulatkan} \rightarrow 0,6\%$$

Jadi jawaban A 0,6 persen.

8. Miradka ketika harus memberi: 10^6 partikel per detik tingkat energi yang diragukan 5×10^8 . Berapa jumlah elektron netto untuk konfigurasi dan pelayan?

Jawab:

$$N = 106, \quad \text{derajat degenerasi} = g = 5 \times 10^5$$

$$n = \frac{N}{g} = \frac{106}{5 \times 10^5} = 0,000212$$

skala aproksimasi

$$S_L = \frac{N^N}{g^N} = \frac{106^{106}}{(5 \times 10^5)^{106}} = 12,12 \times 10^{-9} / 106$$

usaha

$$\ln 2 = 106 \ln (5 \times 10^5) - (106 \ln 106 - 106)$$

$$\ln (5 \times 10^5) = 13,121$$

$$\ln 1066 = 4,664$$

$$\begin{aligned}
 \ln \Omega &= 106 \times 13,122 - (106,4,664 - 106) \\
 &= 1390,7 - (1494,4 - 106) \\
 &= 1390,7 - 387,4 \\
 &= 1007,5
 \end{aligned}$$

$\Omega = \text{Etsp } (1007,5)$ ini berarti jauh besarnya.

Gunakan algoritma lain

$$\Omega = \binom{N+g-1}{N} \quad N = 106 \\
 g = 5 \times 10^5$$

$$\ln \Omega = (N+g) \ln (N+g) - N \ln N - g \ln g$$

maka,

$$\begin{aligned}
 \ln \Omega &= 1,24 \times 10^8 \\
 \Omega &= \text{Etsp } (1,24 \times 10^8) \quad A.
 \end{aligned}$$

9. Jika $dn \ll n$, maka ada...

Jawab:

$$\ln \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right) \begin{cases} \rightarrow \text{Jumlah mikro konfigurasi} \\ \rightarrow \text{Jumlah lukisan mikro} \end{cases} \quad \begin{cases} s_1 = n + dn \\ s_2 = n - dn \end{cases}$$

" $dn \ll n$ berarti

$$\ln(x!) = x \ln x - x$$

$$\ln(\omega) = \ln[(n+dn)!] + \ln[(n-dn)!] + \text{siswa teks}$$

$$\ln \omega_0 = 2 \ln(n!) + \text{siswa teks}$$

Fold

Solusi

$$\ln \left(\frac{w}{w_0} \right) = \ln (n+dn)! + \ln (n-dn)! - 2 \ln (n!)$$

$$\ln (n \pm dn) = \ln n \pm \frac{dn}{n} - \frac{(dn)^2}{2n^2}$$

$$\bullet (n+dn) \ln (n+dn) = n \ln n + dn \ln n + \frac{dn}{n} - \frac{(dn)^2}{2n^2}$$

$$\bullet (n-dn) \ln (n-dn) = n \ln n - dn \ln n - \frac{dn}{n} - \frac{(dn)^2}{2n^2}$$

$$\ln w = 2n \ln n - \frac{(dn)^2}{n}$$

$$\ln w_0 = 2n \ln n$$

$$\bullet \ln \left(\frac{w}{w_0} \right) = \ln w - \ln w_0 = - \frac{(dn)^2}{n}$$

$$\text{Jadi } \ln \left(\frac{w}{w_0} \right) = - \frac{(dn)^2}{n}$$

10. ~~Tentukan nilai rata-rata.~~ Berapa peluang pada saat kedua kali.

• Di satu volume 1 cm³ terdapat kray dan 1% dari nilai rata-rata.

• Di volume 1 cm³ hanya terdapat lebih dari 1% dari nilai rata-rata.

Jawab :

Suhu $T = 300 \text{ K}$

Teori $P = 1 \text{ atm}$

1 liter udara $= 3 \times 10^{22}$ molekul

1 cm³ (1/1000 liter)

rata-rata molekul :

$$\langle N \rangle = \frac{3 \times 10^{22}}{1000} = 3 \times 10^{19}$$

Ket. error pada fluktuasi $\pm 1\%$ dan nilai rata-rata.

$$\delta N = 0,01 \times 3 \times 10^{19}$$

$$= 3 \times 10^{17}$$

$$P(\delta N) \sim \exp\left(-\frac{(\delta N)^2}{2\langle N \rangle}\right)$$

$$P \sim \exp\left(-\frac{(3 \times 10^{17})^2}{2 \times 3 \times 10^{19}}\right)$$

$$= \exp\left(-\frac{9 \times 10^{34}}{6 \times 10^{19}}\right)$$

$$= \exp(-1,5 \times 10^{15})$$

Pada soal polun gabungan $\pm 1\%$

$$P_{\text{gas}} \sim [\exp(-1,5 \times 10^{15})]^2$$

$$= \exp(-3 \times 10^{15}) \rightarrow \text{sederhana fluktuasi ke pendiri kasar mesin}$$

$$\text{Pemisahan ke dalam dua bagian} \rightarrow \exp(-6 \times 10^{15})$$

$$3 \times 10^{15}$$