

1/ Mějme dvě komplexní čísla z, w . Ukažte, že platí

$$|z + w|^2 = |w|^2 + |z|^2 + 2|w||z|\cos\theta$$

kde $\theta = \varphi_1 - \varphi_2$, tedy úhel sevřený mezi reprezentacemi komplexních čísel z, w v Gaussově (Argandově) rovině (tedy $z = |z|e^{i\varphi_1}$)

2/ Jaká de Broglieho vlnová délka odpovídá elektronu pohybujícímu se rychlostí $0,1c$, kde c je rychlost světla? Jaká de Broglieho vlnová délka odpovídá sprintérovi Usainu Boltovi běžícímu maximální rychlostí $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$?

3/ Mějme např. kovový materiál, ve kterém je ionizační energie elektronů (tedy energie elektronů potřebná v vyražení elektronu z materiálu) $IE = 3 \text{ eV}$. Jakou minimální (přesněji řečeno maximální) vlnovou délku dopadajícího záření potřebujeme, abychom pozorovali fotoelektrický jev?

4/ Nalezněte inverzní matici (\mathbf{A}^{-1}) k matici $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & -1 \\ 1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$.

5/* Převed'te laplacián $\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ do polárních souřadnic

(* nepovinné)

6/ Spočítejte či alespoň odhadněte přechod z hladiny $J = 0$ do $J = 1$ v rotačním spektru molekuly HI.

7/ Sestavte atomový (molekulový) Hamiltonián pro

a/ iont Li^+

b/ molekulu BH_3

8/ Napište Slaterův determinant pro a) atom He v základním stavu, b) atom He ve stavu vzniklém excitací jednoho elektronu do 2s orbitalu, přičemž $m_s=+1/2$ pro oba elektrony. Rozepište tyto Slaterovy determinanty jako produkt prostorové a spinové funkce. Jaká je symetrie prostorové a spinové části vzhledem k výměně elektronů.

9/ Dva často se vyskytující tvary spektrálních čar jsou Lorentzův (například přirozené rozšíření čar) a Gaussův (například rozšíření v důsledku Dopplerova jevu). V obou případech nalezněte polohu maxima, jeho hodnotu a pološířku (šířku v polovině výšky).

10/

- Určete všechny prvky symetrie molekuly formaldehydu a na základě toho dohledejte v literatuře, jaká tomu odpovídá bodová grupa symetrie.
- V rámci bodové grupy určete, jaký typ symetrie (tj.: a_2 , b_2 ...) mají jednotlivé molekulové orbitály (dole na obrázku).
- S použitím tabulky charakterů pro danou symetrii molekuly, určete, je-li excitace elektronu:

$\sigma(\text{CH}_2) \rightarrow \sigma^*(\text{CH}_2)$ dovolená nebo zakázaná? (orbitály v levém modrém rámečku)

$\pi(\text{CH}_2) \rightarrow \pi^*(\text{CH}_2)$ dovolená nebo zakázaná? (orbitály v pravém modrém rámečku)

