

Zadaća 3

1. Odredi koliko fotona vidljive svjetlosti valne duljine 500nm emitira žarulja snage 100W tijekom jedne sekunde.
(Rješ. $2.5 \cdot 10^{20}$)
2. Radiopostaja emitira EM valove frekvencije 1 MHz. Snaga odašiljača je 1000 kW. Koliko se fotona emitira tijekom jednog perioda titranja EM polja? Usporedi taj broj s brojem zrnaca pijeska na plaži dugoj 100 m, širokoj 20 m, ako je sloj pijeska dubok 1 m. U 1 mm^3 pijeska nalazi se 5 zrnaca.
(Rješ. *Fotona ima $15 \cdot 10^{13}$ puta više.*)
3. Odredi temperaturu površine Sunca ako ono najviše emitira svjetlost valne duljine oko 500 nm. ($C = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$)
(Rješ. *5800 K*)
4. Neka zvijezda ima temperaturu površine 32500 K. Koje je boje zvijezda i koju valnu duljinu najviše emitira? ($C = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$)
(Rješ. *$\lambda_m \approx 89.2 \text{ nm}$. UV područje pa je zvijezda bijelo-plava.*)
5. Najmanji intenzitet svjetlosti koji još oko može opažati je približno 10^{-10} W/m^2 . Koliko fotona padne u jednoj sekundi u oko ako je površina zjenice približno 4 mm^2 ? Neka je valna duljina svjetlosti 560 nm.
(Rješ. *$N \approx 1130$*)
6. Temperatura ljudskog tijela iznosi oko 37°C . Kojoj valnoj duljini odgovara maksimum emisijske moći (najveći intenzitet) smatramo li da tijelo zrači poput apsolutno crnog tijela. U kojem je to području spektra? ($C = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$)
(Rješ. *$9.4 \mu\text{m}$;)*)
7. Granična valna duljina za emisiju elektrona s obasjane metalne površine je 380 nm. Kolika će biti maksimalna kinetička energija izbačenih elektrona ako metal obasjamo zračenjem valne duljine 240 nm?
(Rješ. *1.9 eV*)
8. Površinu metala obasjamo zračenjem valne duljine 350 nm, a zatim zračenjem valne duljine 540 nm. Mjerenjem je ustanovljeno da je najveća brzina fotoelektrona dva puta veća u prvom nego u drugom slučaju. Koliki je izlazni rad za taj metal iskazan u elektronvoltima?
(Rješ. *1.88 eV*)
9. Na površinu cezija pada UV zračenje valne duljine 75 nm. Izračunajte valnu duljinu elektrona koji su izbačeni iz cezija najvećom mogućom brzinom, ako je izlazni rad za cezij 1.97 eV .

(Rješ. $\lambda = 3.2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$)

10. Alfa čestica giba se po kružnici polumjera $r = 0.83 \text{ cm}$ u homogenom magnetskom polju $B = 25 \text{ mT}$. Kolika je de Broglieva valna duljina alfa čestice?

(Rješ. 10 pm)

11. Foton valne duljine 83 nm ionizira vodikov atom koji se nalazi u osnovnom stanju. Kolika je brzina izbačenog elektrona?

(Rješ. $7 \cdot 10^5 \text{ m/s}$)

12. Izračunajte najmanju i najveću valnu duljinu Balmerove serije.

(Rješ. $\text{max}=656 \text{ nm}$, $\text{min}=360 \text{ nm}$)

13. Na Suncu ionizirani He atom prelazi iz stanja $n = 6$ u stanje $n = 2$ emitirajući foton. Može li taj foton djelovati na atom vodika koji je također prisutan na Suncu? Ako može, između kojih energijskih razina dolazi do apsorpcije tog fotona?

(Rješ. između $n = 1$ i $n = 3$)

14. Izračunajte valnu duljinu fotona koji nastaje pri prijelazu s druge u prvu energijsku razinu elektrona kod dvostruko ioniziranog atoma litija.

(Rješ. 72.91 nm)

15. Metak mase 0.01 kg giba se brzinom 300 m/s . Maksimalna točnost kojom možemo odrediti relativnu količinu gibanja je $\Delta p/p = 10^{-6}$. Kakvo ograničenje nameće načelo neodređenosti pri istodobnom određivanju koordinate x metka?

(Rješ. $\Delta x \geq 1.76 \cdot 10^{-29} \text{ m}$)

16. Elektron se u atomu može u pobuđenom stanju nalaziti vrlo kratko vrijeme, otprilike 10^{-8} s . Kolika je minimalna neodređenost energije pobuđenog stanje? Kolika je neodređenost u određivanju energije osnovnog stanje?

(Rješ. pobuđeno: $\Delta E = 3.3 \cdot 10^{-8} \text{ eV}$)

17. Kolika je starost predmeta organskog porijekla koji pokazuje aktivnost ugljika ^{12}C od 140 Bq po jedinici mase, ako je ta aktivnost u živom organizmu 250 Bq po istoj jedinici mase? Vrijeme poluraspada radioaktivnog ugljika ^{12}C je 5730 godina.

(Rješ. 4793 godine)

18. Izotop urana ^{238}U raspada se emisijom α čestica. Koliko α čestiva u sekundi emitira 1 kg urana? Vrijeme poluraspada je $4.5 \cdot 10^9$ godina.

(Rješ. $1.24 \cdot 10^7$)

19. Kod jednog radioaktivnog elementa raspadne se 70% jezgara tijekom

6.6 dana. Koliko iznosi vrijeme poluraspada tog elementa?

(Rješ. 3.8 dana)

20. Zadana su dva normirana degenerirana svojstvena stanja Hamiltonijana ψ_1, ψ_2 : $H\psi_1 = E_0\psi_1, H\psi_2 = E_0\psi_2$ i operator P koji djeluje na ta stanja na sljedeći način: $P\psi_1 = -\psi_2, P\psi_2 = -\psi_1$. Nađite normirana stanja koja su istovremeno svojstvena stanja i Hamiltonijana i operatora P .

(Rješ. $\frac{1}{\sqrt{2}}(\psi_1 \pm \psi_2)$)

21. Zadan je kvantni sistem sa svojstvenim stanjima $|1\rangle, |2\rangle, |3\rangle$ i pripadnim svojstvenim energijama: $E_1 = 1, E_2 = 4, E_3 = 7$. Ako se sistem nalazi u stanju opisanom valnom funkcijom

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{6}}|1\rangle - \frac{1}{\sqrt{6}}|2\rangle - i\frac{2}{\sqrt{3}}|3\rangle,$$

kolika je vjerojatnost da izmjerimo energiju sistema 7?

(Rješ. 2/3)

22. Nađite svojstvene energije i svojstvena stanja Hamiltonijana

$$H = \hbar\omega \begin{pmatrix} 8 & 4 & 6 \\ 4 & 10 & 4 \\ 6 & 4 & 8 \end{pmatrix}$$

(Rješ. $E_1 = 2, v_1 = (1, 0, -1); E_2 = 6, v_2 = (1, -2, 1); E_3 = 18, v_3 = (1, 1, 1)$)

Napomene: Za sva pitanja, nejasnoće, pogreške u zadacima etc. obratite se asistentima i/ili demonstrantima.