

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE
- srednje škole: IV. grupa -

09.03.2021.

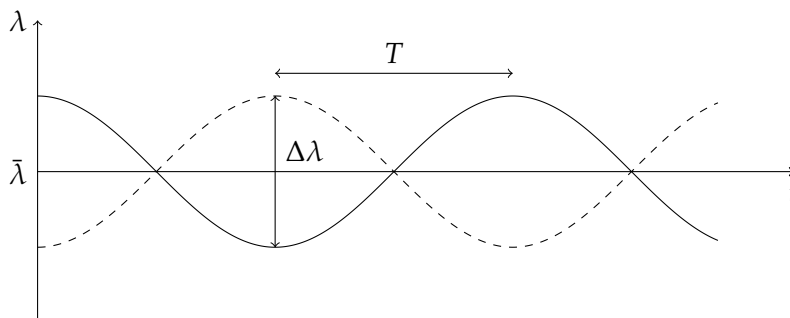
1. Odredite temperaturu idealnog crnog tijela T , ako je poznato da dodatnim zagrijavanjem tog tijela za $\Delta T = 100$ K, valna duljina maksimuma zračenja padne na trećinu od početne vrijednosti.

[7 BODOVA]

2. Dvije se čestice gibaju relativističkim brzinama $v_1 = c/2$ i $v_2 = c/3$ pod pravim kutom u laboratorijskom sustavu. Polazeći od osnovnih Lorentzovih transformacija, odredite kojom se brzinom v_{rel} giba druga čestica iz referentnog sustava prve čestice. Odgovor zapišite kao višekratnik brzine svjetlosti c .

[12 BODOVA]

3. Dvojna zvijezda je astronomski objekt koji se sastoji od dvije zvijezde koje orbitiraju jedna oko druge. Ako je dvojna zvijezda na dovoljno velikoj udaljenosti od Zemlje, tada pojedine zvijezde nije moguće razlučiti teleskopom i utvrditi da se doista radi o dvojnoj zvijezdi. Međutim, ako se detektira zračenje ovakvog objekta, tada je, zbog Dopplerovog efekta, moguće opaziti dvije vrlo bliske valne duljine zračenja (svaka potječe od jedne zvijezde) koje se periodički mijenjaju u vremenu, kako je prikazano na slici. Valne duljine zračenja poprimaju vrijednosti iz intervala $\lambda \in [\bar{\lambda} - \Delta\lambda/2, \bar{\lambda} + \Delta\lambda/2]$, gdje je $\bar{\lambda}$ srednja valna duljina zračenja, a $\Delta\lambda$ maksimalna razlika među dvjema valnim duljinama, te vrijedi $\Delta\lambda \ll \bar{\lambda}$. Takav je signal karakterističan za dvojnu zvijezdu.



Pretpostavite da se dvojna zvijezda sastoji od dviju identičnih zvijezda mase M na međusobnoj udaljenosti d . Odredite M i d , ako je poznato da se najveća relativna razlika među valnim duljinama zračenja $(\Delta\lambda/\bar{\lambda}) = 1.2 \times 10^{-4}$ opazi svakih $T = 30$ dana. Jednostavnosti radi, možete također pretpostaviti da zvijezde orbitiraju jedna oko druge u istoj ravnini u kojoj se nalazi i promatrač sa Zemlje.

[16 BODOVA]

4. Djelomično polarizirana svjetlost se sastoji od prirodne (nepolarizirane) svjetlosti intenziteta $I_1 = 2 \text{ W/m}^2$ i potpuno polarizirane svjetlosti intenziteta $I_2 = 1 \text{ W/m}^2$. Takvu svjetlost propuštamo kroz polarizator čiju ravninu polarizacije možemo namjestiti proizvoljno. Izračunajte stupanj polarizacije P ove svjetlosti, a koji je definiran formulom

$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}},$$

gdje su I_{\max} i I_{\min} najveći i najmanji mogući intenzitet svjetlosti nakon što prođe kroz polarizator.

[7 BODOVA]

5. Fokusan snop elektrona pada okomito na površinu kristala te dolazi do difrakcije. Refleksijski maksimum četvrtog reda se mjeri na kutu $\theta_4 = 55^\circ$ u odnosu na okomicu na kristal. Nađite udaljenost među ravninama kristala ako je kinetička energija svakog od elektrona $E_k = 180 \text{ eV}$.

[8 BODOVA]

Vrijednosti fizikalnih konstanti:

- brzina svjetlosti: $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$;
- elementarni naboj: $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$;
- masa elektrona: $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$;
- Planckova konstanta: $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$;
- Newtonova gravitacijska konstanta: $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$.

VAŽNO: Tijekom ispita ne smijete imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule). Za pisanje, koristite kemijsku olovku ili naliverno. Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.