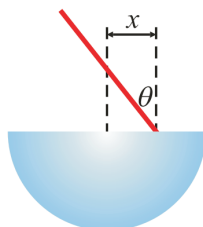


Оптика

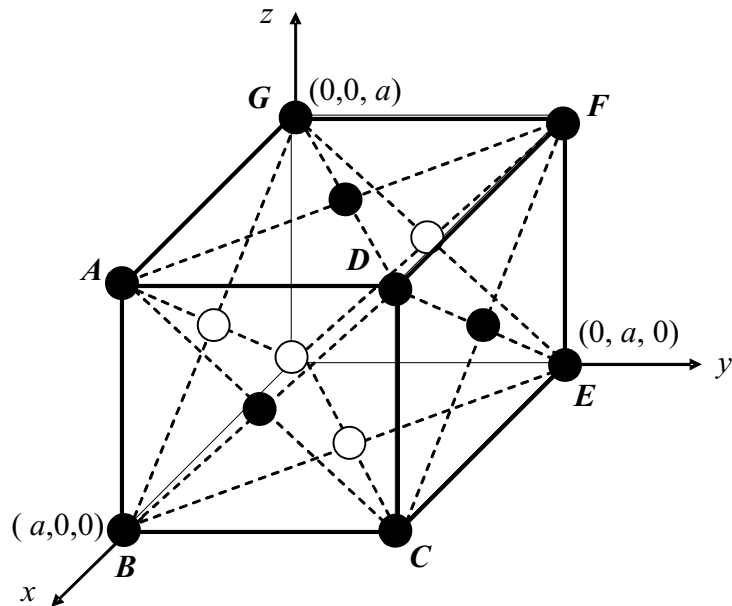
1. Полупречник полуцилиндра начињеног од стакла индекса преламања n је R . Светлосни зрак пада на равну страну цилиндра на растојању x од његове осе, под углом θ у односу на нормалу.
 - а) За које вредности x ће светлосни зрак напустити полуцилиндар већ при првом преламању на његовој закривљеној површини?
 - б) Одредити вредности n и θ за које ће светлосни зрак напустити полуцилиндар при првом преламању без обзира на вредност растојања x . За које вредности растојања x је то могуће?



Слика 1

2. На сферно огледало полупречника $R = 5$ cm падају, паралелно оптичкој осе два светлосна зрака, један на удаљености $h_1 = 0,5$ cm од осе, а други на растојању $h_2 = 3$ cm од осе. Колико је растојање између тачака у којима ови зраци после одбијања секу оптичку осу?
3. Паук и мува налазе се на површини стаклене кугле. На којем делу површине кугле мора да се налази мува да би је паук опазио?
4. Цилиндрична провидна посуда висине ℓ која је много мања од полупречника посуде R испуњена је идеалним гасом моларне масе M и температуре T , који се налази под притиском p_0 . Зависност индекса преламања n гаса од његове густине је дата изразом $n = 1 + \epsilon\rho$. Посуду заротирамо око њене осе угаоном брзином ω . Дуж осе на посуду пада уски светлосни сноп полупречника r_p . Одредити полупречник мрље на застору који је постављен нормално на осу посуде на растојању L . Претпоставити да је промена притиска гаса мала у поређењу са p_0 . Занемарити утицај ивица посуде на кретање светлосног снопа.

5. Размотримо планету која је начињена од материје чија средња густина је једнака густини Земље. Претпоставимо да је атмосферски притисак на површини планете једнак атмосферском притиску на површини Земље. Ради једноставности претпоставите да температура ваздуха не зависи од висине, као и да је састав атмосфере на тој планети исти као на Земљи. Колики би требало да буде радијус планете, тако да светлосни зрак може да се креће по кругу који обавија планету у близини њене површине? Индекс преламања зависи од густине ваздуха по закону: $n(\rho) = 1 + \epsilon\rho$, где је ϵ дата константа. Резултат изразити у функцији полупречника Земље R_E , гравитационог убрзања на површини Земље g_E , атмосферског притиска на површини Земље p_E , густине ваздуха на површини Земље ρ_E и константе ϵ .
6. У задатку се разматрају термалне осцилације атома у површински центрираној кристалној решетци. Јединична ћелија која је облика коцке садржи атоме у сваком темену и средишту сваке стране, као што је приказано на слици 2. Нека $(0, 0, 0)$, $(a, 0, 0)$, $(0, a, 0)$ и $(0, 0, a)$ представљају положаје четири атома који леже у координатном почетку и на координатним осама. Константа решетке је $a = 3,92\text{\AA}$.



слика 2

Кристална решетка исечена је тако да раван ABCD постаје гранична површина на којој се врше експерименти са ниско енергетским електронима. Колимисани снап електрона кинетичке енергије 64eV пада на ову површину под углом $\phi_0 = 15^\circ$ (ϕ_0 угао између

нормалне на површину и упадног снопа). Раван којс садржи дуж AC и нормалу на површину је раван инциденције. Ради једноставности претпостављамо да се сви електрони расејавају уназад на атомима површинског слоја.

- а) Колика је таласна дужина упадних електрона?
- б) Ако се детектор постави тако да региструје електроне који после дифракције не напуштају раван инциденције, под којим угловима у односу на нормалу ће ови електрони бити регистровани?

Претпоставимо да су термалне осцилације површинских атома просте хармонијске. Амплитуда осцилација расте са температуром. Дифракција електрона ниских енергија пружа могућност да се одреди средња амплитуда ових осцилација. Интензитет дифрактованог снопа пропорционалан је броју расејаних електрона у секунди. Релација између интензитета I и помераја површинских атома $\vec{u}(t)$ је дата изразом:

$$I = I_0 \exp \left\{ - \langle [(\vec{k} - \vec{k}') \cdot \vec{u}]^2 \rangle \right\},$$

где су I и I_0 интензитети снопа на температури T и апсолутној нули, респективно, док су \vec{k} и \vec{k}' таласни вектори упадног и дифрактованог снопа. Ознака $\langle \rangle$ у датом изразу представља средњу вредност по времену.

Да би се измериле амплитуде осцилација површинских атома кристала колимирани сноп електрона кинетичке енергије 64keV је усмерен на површину кристала под углом 15° у односу на нормалу. Детектор региструје само електроне који се еластично расејавају. На слици 3 је приказан график зависности $\ln I/I_0$ од температуре T . Претпоставите да је укупна енергија атома који осцилују у правцу нормалном на граничну раван $k_B T$, где је k_B Болцманова константа.

- а) Одредите фреквенцију осциловања атома у правцу нормалном на граничну раван.
- б) Израчунајте средњи квадратни померај, тј. $\sqrt{\langle u_x^2 \rangle}$ у правцу нормалном на граничну раван на температури од 300K .

