
**QATTIQ JISMLAR FIZIKASIGA OID MASALALAR YECHISH
ORQALI O'QUVCHILARNI FAN OLIMPIADALARIGA TAYYORLASH
METODIKASI**

Raxmatullayeva Gulira'no Valijon qizi

Nizomiy nomidagi TDPU magistranti, Toshkent, O'zbekiston

Atajanov Elyor Yusupboyevich

Nizomiy nomidagi TDPU magistranti, Toshkent, O'zbekiston

Sotivoldiyeva Mahliyo Ilhomjon qizi

Nizomiy nomidagi TDPU magistranti, Toshkent, O'zbekiston

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada qattiq jismlar fizikasiga oid masalalarning o'ziga xos jihatlari tahlil qilingan hamda qattiq jismlar fizikasiga doir masalalar yechish orqali o'quvchilarni fan olimpiadalariga tayyorlash metodikasi ko'rsatib o'tilgan.

***Kalit so'zlar:** Qattiq jismlar fizikasi, fan olimpiadasi, metallarda elektronlar harakati, masala yechish usullari.*

**ПОДГОТОВИТЬ ШКОЛЬНИКОВ К ОЛИМПИАДЕ РЕШАЯ
ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

АННОТАЦИЯ

В статье анализируется специфика задач физики твердого тела и показано, как подготовить студентов к научным олимпиадам, решая задачи по физике твердого тела.

***Ключевые слова:** физика твердого тела, научная олимпиада, движение электронов в металлах, методы решения задач.*

**PREPARE STUDENTS FOR THE OLYMPIAD BY SOLVING
PROBLEMS IN SOLID STATE PHYSICS**

ABSTRACT

The article analyzes the specificity of problems in solid state physics and shows how to prepare students for scientific Olympiads by solving problems in solid state physics.

***Keywords:** solid state physics, scientific Olympiad, motion of electrons in metals, methods for solving problems.*

KIRISH

Fan va texnikaning hozirgi taraqqiyoti tabiiy va texnika sohalarida ko'proq yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashni taqozo etadi. Buning uchun fizika fanini o'qitish samaradorligini oshirish, iqtidorli yoshlarni aniqlash va ularning ijodkorlik qobiliyatlarini rivojlantirish shu kunning dolzarb muammolaridan biridir. Agar ta'lim dargohida to'garaklar tashkil qilinsa, o'quvchilar o'rtasida fizik bellashuvlar o'tkazilsa, fanlar bo'yicha sirtqi olimpiadalarni o'tkazish yo'lga qo'yilsa, o'quvchilarning fanga qiziqishi oshadi, qobiliyati shakllanadi va o'ziga bo'lgan ishonchi yanada yuksaladi.

Ma'lumki fizika fanini o'qitishda nazariy va amaliy metodlar mavjud. Amaliy metodlar ichida fizikadan masalalar yechishning ahamiyati salmoqlidir. Masala yechish jarayonida o'quvchilarga bilim berish bilan birga ularning qobiliyatlarini rivojlantirish, nazariy bilimlarini mustahkamlash orqali ularning tajriba – sinov ko'nikmalari oshib boradi. [3].

Fizikadan masalalar ishlash – o'quv ishining zaruriy elementlaridan biridir. Masala ishlash o'quvchi va talabalarda fizik hodisalar orasidagi bog'lanishlarni, qonunlarni chuqur o'zlashtirishga, ularning mantiqiy fikrlashini hamda izlanuvchanlik qobiliyatini yanada rivojlantirishga, maqsadga erishish ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Olgan nazariy bilimlardan turli vaziyatlarda foydalanishga va nazariya bilan amaliyot orasida bog'lanish o'rnatishga o'rgatadi. Masalalarning turlari va ishlash yo'llari, ularning mazmuni va didaktik maqsadi bo'yicha turlicha bo'ladi. Ularni quyidagi belgilari bo'yicha sinflarga ajaratish mumkin:

1. masalada ma'lumotlarning berilishi bo'yicha;
2. masalaning mazmuni bo'yicha
3. masalani ishlash yo'li bo'yicha va boshqalar.

O'quvchilar tomonidan masalalarni yechish ko'nikmasini o'zlashtirilishini quyidagi bosqichlarga bo'lish mumkin:

1. Masala shartini tahlil qilish ko'nikmasini hosil qilish.
2. Umumiy masala yechish amallarining alohida elementlarini bajara olish ko'nikmasini hosil qilish.
3. Ma'lum mavzu bo'yicha muayyan masalalarni yechish ko'nikmasini hosil qilish.
4. Miqdoriy, mantiqiy va eksperimental masalalar yechish algoritmlarini tuza olish ko'nikmasini hosil qilish.
5. Fizika masalalarini yechish bo'yicha umumiy algoritmlar tuza

olish ko'nikmasini hosil qilish.[1]

Bunday ko'nikmalarni o'quvchi va talabalarda shakllantirish juda murakkab jarayon hisoblanadi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Fizikaning har qanday mavzusini mukammal o'zlashtirib olish o'quvchilar uchun birmuncha qiyinchiliklar tug'diradi. Bu muammoning yechimi esa birinchi navbatda amaliy mashg'ulotlarda ko'rishimiz mumkin. Ayni paytda qattiq jismlar fizikasi texnika va texnologiyalarning rivojlanishidagi muhim yo'nalishlardan biri ekanligini inobatga oladigan bo'lsak, bu mavzuning o'qitilishi ham muhim masala hisoblanadi. Qattiq jismlar fizikasini o'qitishda masala yechish darslarida foydalanish mumkin bo'lgan masalalar esa ayni paytda juda kam, mavjudlari ham maktab o'quvchilari uchun birmuncha qiyin.

Qattiq jismlar fizikasiga doir masalalar yechishda o'quvchilar matematika va kimyo fanlaridan yetarlicha bilimga ega bo'lishlari talab etiladi. Hozirgi vaqtda umumiy o'rta ta'lim maktablarida o'qitiladigan fizika va uning bo'limlarida zamonaviy fizikadan masalalar birmuncha kam yechiladi. Shuning uchun buni metodik kamchilikni to'ldirish uchun darsdan tashqari mashg'ulotlarda yoki fizikadan to'garaklarda hamda o'quvchilarni fan olimpiadalarga tayyorlashda qattiq jismlar fizikasiga oid masalalar tanlash maqsadga muvofiq sanaladi. Chunki bunday masalalar yechish orqali o'quvchilar fizik qonunlar bilan birgalikda matematika va kimyo qonunlarini takrorlab olishga sharoit yaratiladi. Buning uchun iqtidorli o'quvchilarni tanlab olib, yoshiga mos tarzda soddadan murakkab tomon zamonaviy masalalar tanlab yechish usullarini o'rgatila borilsa uning bilim saviyasi oshib boradi va albatta fanga qiziqishi ortishi bilan birga olimpiadalarda yuqori natijalar ko'rsatadi.

Quyida bir nechta qattiq jismlar fizikasiga oid masalalarining o'ziga xos yechilish usullarini ko'rib chiqamiz.

1. Agar isitish 1) $T = \theta_D$ 2) $T_2 = 2k$ haroratlardan boshlansa, unda shu ikki xol uchun $m=20g$ massali NaCl kristalini $\Delta T = 2K$ ga isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori ΔQ aniqlansin. NaCl uchun θ_D Debayning xarakteristik harorati 320 K ga teng deb qabul qilinsin.

Yechish: Jismni τ_1 haroratdan τ_2 gacha isitish uchun berilishi kerak bo'lgan ΔQ issiqlik miqdori

$$\Delta Q = \int_{\tau_1}^{\tau_2} C dT \quad (1)$$

formula yordamida hisoblash mumkin, bunda C-jismning issiqlik sig'imi

Jismning issiqlik sig`imi molyar issiqlik sig`imi C_m bilan

$$c = \frac{m}{M} C_m$$

munosabat orqali bog`langan, bunda m -jismning massasi, M -molyar massa. C ning bu ifodasini (1) formulaga qo`yib quyidagini olamiz.

$$\Delta Q = \frac{m}{M} \int_{\tau_1}^{\tau_2} C dT \quad (2)$$

Umimiy holda C_m haroratning funksiyasidir, shuning uchun uni integral belgisidan tashqariga chiqarish mumkin emas. Lekin birinchi holda issiqlik sig`imining o`zgarishini uning T_1 haroratidagi qiymatiga nisbatan inobatga olmaslik va uni ΔT haroratlarning barcha oralig`ida o`zgarmas holda $C_m(T_1)$ ga teng deb qabul qilish mumkin. Shuni nazarda tutgan (2) formula

$$\Delta Q = \frac{m}{M} C_m(T_1) \Delta T \quad (3)$$

ko`rinishni oladi. Debey nazariyasiga muvofiq molyar issiqlik sig`imi $C_m(T_1)$ ga quyidagi formula bilan ifodalanadi

$$C_m(T_1) = 3R \left[12 \left(\frac{T}{\theta_D} \right)^3 \int_0^{\frac{T}{\theta_D}} \frac{x^3 dx}{e^x - 1} - \frac{3 \frac{T}{\theta_D}}{e^{\frac{T}{\theta_D}} - 1} \right]$$

Birinchi holda $T = \theta_D$ da integral

$$\int_0^1 \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = \int_0^1 \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = 0,225$$

bo`ladi va demak $C_m = 2,87$. C_m ning qiymatini (3) formulaga qo`yib quyidagini olamiz

$$\Delta Q = 2,87 \frac{m}{M} R \Delta T \quad (4)$$

(4) formulaga binoan hisoblab, ΔQ ni topamiz:

$$\Delta Q = 16,3J$$

Ikkinchi ($T \ll \theta_D$) holda ΔQ ni toppish Debeyning chegaraviy qonunidan foydalanish mumkinligi bilan osonlashadi. Unga binoan issiqlik sig`imi absalyut haroratning uchinchi darajasiga proparsionaldir. Bu holda issiqlik sig`imi haroratning berilgan oralig`ida keskin o`zgaradi va uni (2) formulada integral belgisidan tashqariga chiqarish mumkin emas.

Debaying chegaraviy qonunining ifodasi

$$\Delta Q = \frac{12\pi^4}{5} R \left(\frac{T}{\theta_D} \right)^3$$

dan foydalanib, quyidagini olamiz

$$\Delta Q = \frac{12\pi^4 m R}{5 M \theta_D^3} \int_{T_2}^{T_2 + \Delta T} T^3 dT$$

Integrallash amalini bajaramiz:

$$\Delta Q = \frac{12\pi^4 m R}{5 M \theta_D} \left[\frac{(T_2 + \Delta T)^4}{4} - \frac{T_2^4}{4} \right] \quad (5)$$

$T_2 + \Delta T = 2T_2$ ekanligini hisobga olsak, (5) ifoda quyidagi ko`rinishni oladi

$$\Delta Q = \frac{3\pi^4 m R}{5 M \theta_D^3} 15 T_2^4 \text{ yoki } \Delta Q = 9\pi^4 \frac{m}{M} R \frac{T_2^4}{\theta_D^3}$$

Oxirgi formulaga π, m, M, R, T va θ_D kattaliklarning qiymatlarini qo`yib va hisoblab natijani topamiz:

$$\Delta Q = 1,22mJ$$

2. $V=20 \text{ sm}^3$ xajmli metal parchasi $T=0$ haroratda turibdi. Impulslari maksimal impuls p_{max} dan $0,1p_{max}$ dan ko`p farq qilmaydigan erkin elektronlar soni ΔN aniqlansin. Fermi energiyasi $\varepsilon_f = 5eV$

Yechish: metalldagi erkin elektronlarning impulslar bo`yicha taqsimotini hosil qilish uchun $T=0$ da erkin elektronlar uchun Fermi taqsimotidan foydalanamiz:

$$dn(\varepsilon) = \frac{1}{2\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar} \right)^{3/2} \varepsilon^{1/2} d\varepsilon \quad (6)$$

$dn(\varepsilon)$ birlik xajmdagi energiyalari ε dan $\varepsilon + d\varepsilon$ gacha $\varepsilon < \varepsilon_f$ qiymatlar oralig`ida bo`lgan elektronlar soni bo`lganligidan, u impulslari p dan $p+dp$ gacha qiymatlar oralig`ida bo`lgan birlik xajmdagi elektronlar soni $dn(p)$ gat eng bo`lishi kerak ya`ni

$$dn(p) = dn(\varepsilon) \quad (7)$$

Bunda quyidagi shartga rioya qilinmog`i lozim. Berilgan ε energiyaga ma`lum impuls $p(\varepsilon = p^2/(2m))$ mos keladi va energiyalarning $d\varepsilon$ oralig`iga unga mos keluvchi impulslarning $dp(d\varepsilon = \frac{p}{mdp})$ oralig`iga to`g`ri keladi. $\varepsilon^{1/2} = \frac{p}{2m^{1/2}}$ ekanligini nazarda tutib, (7) tenglikning o`ng tomonidagi $dn(\varepsilon)$ o`rniga yuqorida olingan munosabatlarga muvofiq ε ni p bilan va $d\varepsilon$ ni dp bilan almashtirib (6) ifodaga qo`yamiz, ya`ni

$$dn(p) = \frac{1}{2\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar} \right)^{3/2} \frac{p}{(2m)^{1/2} m} dp$$

Qisqartirishlardan keyin metalldagi erkin elektronlarning $T = 0$ da impulslar bo`yicha qidirilayotgan taqsimotini olamiz:

$$dn(p) = \frac{1}{\pi^2 \hbar^3} p^2 dp$$

Impulslari $p_{max} - 0,01p_{max}$ dan p_{max} gacha oraliqda bo`lgan birlik xajmdagi elektronlar sonini mos chegaraviy qiymatlarida integrallash bilan topamiz:

$$\Delta n = \frac{1}{\pi^2 \hbar^3} \int_{0,9p_{max}}^{p_{max}} p^2 dp = -\frac{1}{\pi^2 \hbar^3} - p^3_{max} [1 - (0,9)^3]$$

yoki

$$\Delta n = \frac{0,2H}{3\pi^2} \frac{p^3_{max}}{\hbar^3}$$

Metalldagi elektronlarning maksimal impulsi p_{max} va maksimal energiyasi ε ushbu $p^2_{max} = 2m\varepsilon_f$ munosabat orqali bog`langanligini hisobga olib ($T=0$ da) metalldagi erkin elektronlarning qidirilayotgan soni ΔN ni topamiz:

$$\Delta N = \frac{0,271}{3\pi^2 \hbar^3} (2m\varepsilon_f)^{3/2} \text{ yoki } \Delta N = \frac{0,271}{3\pi^2} \left(\frac{3m\varepsilon_f}{\hbar^2}\right)^{3/2} \cdot V$$

π, m, ε_f, h va V kattaliklarning qiymatlarini qo`yib, hisoblaymiz.

$\Delta N = 2,9 \cdot 10^{23}$ ta elektronni olamiz.

XULOSA

Xulosa qilib aytadigan bo`lsak shu turdagi masalalardan darsda va darsdan tashqari mashg`ulotlarda va albatta o`quvchilarni fan olimpiadalariga tayyorlashda foydalanish o`quvchi va talabalarning nafaqat fizikaga oid bilimlarini balki ko`nikmalari hamda malakalarini shakllantirishda ham juda katta hissa qo`shadi.

REFERENCES

1. Nosirov M., Bozarov O., Yulchiev Sh. Fizikadan olimpiada masalalari. Toshkent: 2012.
2. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Физикадан масалалар туплами. Тошкент: «Узбекистон», 1997.
3. Rizayev T., Ibragimov B. Fizikadan masalalar yechish metodikasi. Toshkent: 2015.
4. Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Мельников Л.А. и др. 50 олимпиадных задач по физике. Саратов.: “Научная книга”, 2006.