

ІЗОМЕР $Hf^{178m}(16+)$, ЯК РОБОЧЕ ТІЛО ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ГАМА-ЛАЗЕРА

І.В. Соколюк, Т.М. Заяць

Ужгородський національний університет, кафедра ядерної фізики,

88000, м. Ужгород, вул. Капітульна, 9а, Україна

e-mail: siv@gaser.uzhgorod.ua

В роботі розглядається можливість реалізації гама-лазера, в умовах, коли робоче тіло буде знаходитися при температурі відмінній від месбауерівських температур. Вивчається можливість використання в якості робочого тіла для такого гама-лазера ядер ізомера $178m2Hf(16+)$. Виходячи із гіпотези однонуклонної взаємодії гама-квантів з ядрами та природи ядер ізомерів, пропонується схема гама-лазера на прикладі ізомера $178mHf(16+)$.

Вступ

Майже 40 років, проблема створення γ -лазера на метастабільних станах атомних ядер, є однією з найцікавіших ідей в фізиці. На сьогоднішній день активізувались роботи в цьому напрямку [1-6].

На перших порах основні ідеї реалізації γ -лазера були пов'язані з використанням ефекту Месбауера. До 1980 року всі спроби вирішення проблеми гамма-лазера базувались на однофотонному підході (див. роботу [7]).

Використання довгоживучих ізомерів для створення γ -лазера, виглядало дуже перспективним. Але проблеми, що виникають на цьому шляху, зокрема проблема досягнення достатньої інверсної заселеності, спонукали авторів роботи [8] зробити висновок про неможливість реалізації γ -лазера.

У роботах [9-11], до даної проблеми була застосована двофотонна концепція, що дало змогу пошуку нових схем реалізації γ -лазера.

Однією з схем реалізації γ -лазера на ізомерних станах атомних ядер є схема

розрядки ізомерних станів через вище-лежачий проміжковий (або віртуальний) рівень (див. Рис.1.), так званий комбінований γ -лазер [12].

Для таких цілей передбачається опромінювати робоче тіло γ -лазера потоком потужного електромагнітного випромінювання, яке здатне заселити такі проміжкові рівні. В результаті постає проблема розрядки метастабільних станів в зовнішніх полях. Тобто індукована γ -емісія розглядається як один з типів непружного розсіювання.

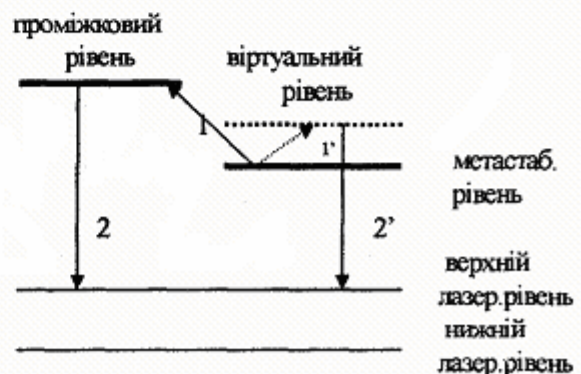


Рис.1. Схема комбінованого γ -лазера [12].

На даному етапі стоїть завдання пошуку можливих ізомерів-кандидатів, які слід використати в якості робочого тіла. Для цього необхідна оцінка матричних елементів для багатофотонних переходів [13]. Це питання вивчалось в роботах [14-17]. Зокрема, в роботі [14] зверталась увага на те, що оцінки зроблені різними авторами відрізняються між собою на декілька порядків. На наш погляд це пов'язано з відсутністю достовірної інформації про механізм взаємодії зовнішніх полів з ядрами, які знаходяться в ізомерних станах.

Як правило, для дослідження розпаду метастабільних станів у зовнішніх полях, вивчають взаємодію γ -квантів (або інших частинок) з ядрами-ізомерами [1, 18-24]. У якості мішеней використовувались ядра-ізмери ^{180m}Ta та $^{178m2}Hf(16^+)$. У цих роботах проведено дослідження непружного розсіювання γ -квантів на ізомері ^{180m}Ta , що вписується в схему комбінованого γ -лазера. Виявлено аномально велике значення інтегрального перерізу для ^{180m}Ta , яке в 10^4 раз більше ніж для ізомера ^{180m}Hf [25,26], і відповідно пороги реакцій становлять 2.75 МеВ і 6 МеВ. Таку поведінку перерізів не вдається пояснити одним тільки порушенням квантового числа K . Тому в даній роботі ми розглянемо механізм протікання реакцій $^{180m}Ta(\gamma, \gamma')^{180}Ta$, $^{180}Hf(\gamma, \gamma')^{180m}Hf$, а також можливу схему реалізації індукованої γ -емісії на високоспіновому ізомері $^{178m2}Hf(16^+)$. Тобто один із варіантів некогерентного гамма-лазера без дотримання мессбауерівських умов.

Вивчення механізму протікання реакцій $^{180m}Ta(\gamma, \gamma')^{180}Ta$ та $^{180}Hf(\gamma, \gamma')^{180m}Hf$

Для розглядуваного ядра ^{180}Ta , ізомер ^{180m}Ta характеризується періодом напіврозпаду $T_{1/2} \geq 1.2 \cdot 10^{15}$ років, має спін $J^\pi K = 9^+9$ та енергію 75.3 кеВ, а для основного стану ^{180g}Ta період напіврозпаду рівний 8.1 години і спін $J^\pi K = 1^+1$. Тобто для ізомерної пари $^{180m,g}Ta$ різниця спінів основного та ізомерного станів складає ΔJ^π , $\Delta K = 8,8$. У випадку ^{180}Hf , спін ізомера

^{180m}Hf рівний $J^\pi K = 8^-8$, енергія рівна 1142.8 кеВ і період напіврозпаду $T_{1/2} = 5.5$ години. Основний стан ядра ^{180}Hf має спін $J^\pi K = 0^+0$. Отже різниця спінів основного та ізомерного станів для ізомерних пар $^{180m,g}Ta$, $^{180m,g}Hf$ однакова.

Експериментальні дослідження показали, що поріг реакції $^{180m}Ta(\gamma, \gamma')^{180}Ta$ складає 2.75 МеВ і має аномально велике значення перерізу, яке рівне $10^{-25} \text{ см}^2 \cdot \text{кеВ}$ при енергії γ -квантів 2.8 МеВ. На сьогоднішній день це найбільший виявлений експериментальний переріз в реакціях (γ, γ') . Експериментальні дослідження реакції $^{180}Hf(\gamma, \gamma')^{180m}Hf$ показали, що поріг даної реакції складає біля 6 МеВ [25,26], а переріз в області енергії 7 МеВ складає біля $4 \cdot 10^{-5}$ мБн [25] та $10 \cdot 10^{-5}$ мБн [26]. Результати для реакцій $^{180m}Ta(\gamma, \gamma')^{180}Ta$, $^{180}Hf(\gamma, \gamma')^{180m}Hf$ приведені в таблиці 1.

У літературі пороги цих реакцій пов'язуються з порушенням квантового числа K [21, 25, 26]. Також вважається, що ізомер ^{180m}Ta та розглядуваний ізомер ^{180m}Hf є двохквaziчастинковими. У такому випадку пороги даних реакцій мали б бути однако-вими. На наш погляд така різниця порогів даних реакцій, може бути пов'язана з різними механізмами взаємодії γ -квантів з ядрами та різною структурою даних ізо-мерів.

Таблиця 1. Інтегральні перерізи реакцій $^{180m}Ta(\gamma, \gamma')^{180}Ta$ та $^{180}Hf(\gamma, \gamma')^{180m}Hf$, отримані в роботах [21,25,26].

$\sigma(\gamma, \gamma')$, мб-кеВ		
E_γ , МеВ	$^{180m}Ta(\gamma, \gamma')^{180}Ta$ $9^+ \rightarrow 1^+$	$^{180}Hf(\gamma, \gamma')^{180m}Hf$ $0^+ \rightarrow 8^-$
2.8	120±20 [21]	-
3.6	350±50 [21]	-
6.5	8000±3000 [24]	0.015±0.005 [25],[26]
7.0	12000±4000 [24]	0.055±0.010 [25],[26]

Одним з шляхів отримання інформації про механізм взаємодії γ -квантів з ядрами є спільний аналіз реакцій одноступінної

передачі та непружного розсіювання γ -квантів [27-29]. У них проводився аналіз оболонкової структури активаційних рівнів, через які відбувається заселення метастабільних станів в реакції (γ, γ') , використовуючи спектроскопічну інформацію з реакцій одноступінчастої передачі. Аналіз показав, що у більшості випадків, активаційні рівні формуються в результаті одноступінчастих переходів між підоболонками останньої незаповненої та заповненої оболонки. Це означає, що переважає одноступінчастий механізм взаємодії γ -квантів з атомними ядрами.

Збуджені стани ядер ^{180}Ta та ^{180}Hf вивчалися у реакціях (α, t) , $(^3\text{He}, d)$, (γ, γ') , (γ, n) , (p, d) , (d, t) та (t, p) , (d, p) , (n, n') , (n, γ) , (\bar{p}, p) відповідно [30]. Із всіх приведених реакцій, найбільш цікавими є реакції одноступінчастого зриву та підхвату, а саме реакції $(^3\text{He}, d)$, (p, d) , (d, t) , (t, p) , (d, p) . Результати отримані в цих реакціях приведені в таблиці для ядра ^{80}Ta [30].

У таблиці 2 використовуються наступні позначення: знак (*) - означає, що рівень спостерігався, знак (-) - не спостерігався.

Таблиця 2. Спектроскопічні характеристики збуджених станів ядра ^{180}Ta , отримані в реакціях одноступінчастої передачі [30].

E^* keV	J^*	(p, d)			(α, t)	(d, t)	
		nlj	L	CS	nlj	Nlj	CS
0.0	1^+	$2g_{9/2}$	4	1.4	*	$2g_{9/2}$	1.09
42	2^+	$2g_{9/2}$	4	1.7	*	$2g_{9/2}$	2.79
75	9^-	-	-	-	$1h_{11/2}$	-	-
111	3^+	$1i_{13/2}$	6	1.7	0	6	1.30
176	8^+	$1i_{13/2}$	(+6)	0.9		$2g_{9/2}$	0.69
187	4^+	-	-	-	4	6	0.35
231	(3^-)	-	-	-	*	-	-

З таблиці 2 видно, що у ядра $^{181}\text{Ta}_{108}$ проявляється підоболонка $2g_{9/2}$, тоді як, згідно моделі оболонок вона належить сьомій оболонці, яка енергетично лежить

вище. Аналіз експериментальних даних [30] для ядер Hf і W з показує, що дана особливість характерна для ізотопів ядер, у яких число нейтронів менше 110.

Виходячи з того, що в основному стані ядро $^{181}\text{Ta}_{108}$ має 73 протони і 108 нейтронів, згідно оболонкової моделі ядра, виходить, що спін основного стану ядра формується протонами підоболонки $-1g_{7/2}$. З реакцій однеінейтронного підхвату випливає, що основний стан ядра ^{180}Ta утворюється в результаті підхвату нейтрона з моментом $L=4$ ($2g_{9/2}$) (див. табл.2). Таким чином основний стан непарно-непарного ядра формується непарним протоном підоболонки $1g_{7/2}$ і непарним нейтроном підоболонки $2g_{9/2}$. Згідно правила Нордгейма, для непарно-непарних ядер повний спін основного стану визначається: $J=|j_p-j_n|$, якщо $l_p + j_p + l_n + j_n$ є парним: $|j_p-j_n| < J \leq |j_p+j_n|$, якщо $l_p + j_p + l_n + j_n$ є непарним. Для основного стану ядра ^{180}Ta сума $l_p + j_p + l_n + j_n$ є парною, а отже спін основного стану має бути рівний 1^+ , що узгоджується з експериментальним результатом. Як видно з таблиці 2, ізомерний стан даного ядра проявляється в реакції одноступінчастого зриву. У даному випадку він утворюється в результаті захоплення ядром ^{179}Hf протона з моментом $l=5$, тобто протон заселяє підоболонку $1h_{13/2}$. Основний стан ядра ^{179}Hf має спін рівний $9/2^+$ і відповідає нейтронній підоболонці $2g_{9/2}$. Таким чином, ізомерний стан ядра ^{180}Ta формується непарним нейтроном підоболонки $2g_{9/2}$ і непарним протоном, який знаходиться на підоболонці $1h_{13/2}$.

Ізомерний стан 8^- ядра ^{180m}Hf спостерігається в реакції однеінейтронного зриву та в реакції захоплення теплових нейтронів, але в реакції двоінейтронного зриву не спостерігається. Це може означати, що в структурі даного ізомерного стану переважає одноквазічастинкова компонента. Для надійного в'яснення структури цього ізомерного стану, експериментальних даних недостатньо.

У роботі [31] показано, що для коректного опису характеристик високо-спінових ізомерів, слід враховувати ефекти спарювання нуклонів. Отже, виходячи з вище сказаного, можна припустити, що в ізомерному стані ядра ^{180}Ta непарні нейтрон і протон є спареними. Згідно роботи [32] енергія протон-нейтронного спарювання може лежати в області енергій 2-3 МеВ. Таким чином, значну різницю в порогах реакцій $^{180m}\text{Ta}(\gamma, \gamma')^{180}\text{Ta}$ і $^{180}\text{Hf}(\gamma, \gamma')^{180m}\text{Hf}$ можна пояснити тим, що в реакції $^{180}\text{Hf}(\gamma, \gamma')^{180m}\text{Hf}$ заселення ізомера відбувається з порушенням квантового числа K каскадом γ -переходів на ізомер ^{180m}Hf . Якщо має місце протон-нейтронне спарювання у випадку ^{180m}Ta , то величина порогу реакції $^{180m}\text{Ta}(\gamma, \gamma')^{180}\text{Ta}$ буде саме такою, у наближенні одонуклонного механізму поглинання γ -квантів. Так як для розриву протон-нейтронної пари потрібні γ -кванти з енергією в інтервалі 2-3 МеВ. Слід відмітити, що енергія зв'язку дейтона складає 2.22 МеВ, що лежить в області експериментального порогу реакції $^{180m}\text{Ta}(\gamma, \gamma')^{180}\text{Ta}$. У випадку ж колективного поглинання енергія має бути значно більшою. Отже значення порогової енергії 2.75 МеВ швидше говорить на користь одонуклонного механізму взаємодії γ -квантів з атомним ядром.

Схема гамма-лазера на ізомері $^{178m2}\text{Hf}(16^+)$

Роботи по дослідженню ізомера $^{178m2}\text{Hf}(16^+)$ мають декілька аспектів: вивчення ядерної структури; вивчення механізму протікання ядерних реакцій з його участю. Крім того, він є одним із можливих кандидатів на спостереження індукованої некогерентної γ -емісії. Методика його отримання описана в роботі [33]. У результаті отримують біля $2 \cdot 10^{15}$ атомів на см^2 . Даний ізомер є чотирьох-квазі-частинковим, спін рівний 16^+ ($K^\pi=16^+$), енергія 2.446 МеВ і час життя становить 31 рік: $\{n514 \downarrow + n624 \uparrow, p404 \downarrow + p514 \uparrow\}$.

Відомо, що ізомерний стан $^{178m2}\text{Hf}(16^+)$ має момент інерції більший ніж момент інерції основного стану. У роботі [34] вдалось отримати правильний момент інерції при умові врахування протон-протонного та нейтрон-нейтронного спарювання.

Згідно попереднього параграфу, для того щоб на ізомері $^{178m2}\text{Hf}(16^+)$ відбувалась реакція непружного розсіювання гамма-квантів, при одонуклонному механізмі поглинання, необхідно, щоб гамма-квант мав енергію більшу за енергію спарювання пари нуклонів. Оцінки показують, що енергія протон-протонного та нейтрон-нейтронного спарювання завжди менша за енергію протон-нейтронного спарювання. Для даної області ядер енергія спарювання може лежати в області до 1 МеВ [32]. Це означає, що γ -кванти з такою енергією вже можуть викликати реакцію $^{178m2}\text{Hf}(\gamma, \gamma')^{178}\text{Hf}$.

У схемі розпаду ізомера $^{178m2}\text{Hf}(16^+)$ спостерігаються два γ -кванти з енергіями 12.7 і 309 кеВ (процес А, див. Рис.2). Якщо γ -квант з енергією 309 кеВ поглинеться ядром, яке знаходиться в метастабільному стані з енергією 2446 кеВ (16^+), тоді енергія новоутвореного стану буде в околі 2755 кеВ (процес В, див. Рис.2). У цій області існує рівень з енергією 2749 кеВ. Він має двохквазічастинкову структуру і формується двома протонними і нейтронними конфігураціями ($n514 \uparrow, n624 \uparrow$) і ($p404 \downarrow, p514 \uparrow$) з однаковим вкладом [31], а розглядуваний ізомер - ($n514 \downarrow + n624 \uparrow, p404 \downarrow + p514 \uparrow$) [34]. Таким чином, бачимо, що структура рівня з енергією 2749 кеВ формується тими самими конфігураціями, що і структура ізомера. Це означає, що γ -квант з енергією 309 кеВ може бути поглинутий нейтронною або протонною парою рівня з енергією 2749 кеВ. Енергії даного γ -кванту достатньо для перебудови структури нейтронної пари.

У схемі розпаду рівня 2749 кеВ є γ -квант з енергією 325.6 кеВ, який у свою чергу також може поглинутися ізомерним станом, і призвести до заселення того ж самого рівня з енергією 2749 кеВ (процес

С, див. рис.2), що приводить до виникнення каскадного процесу виникнення некогерентної γ -емісії. Таким чином, можлива ситуація, коли при відповідній концентрації ізомерів $^{178m2}\text{Hf}$, γ -кванти від розпаду ізомера $^{178m2}\text{Hf}$ можуть індукувати розпад іншого ізомера. У результаті чого будемо спостерігати циклічний процес.

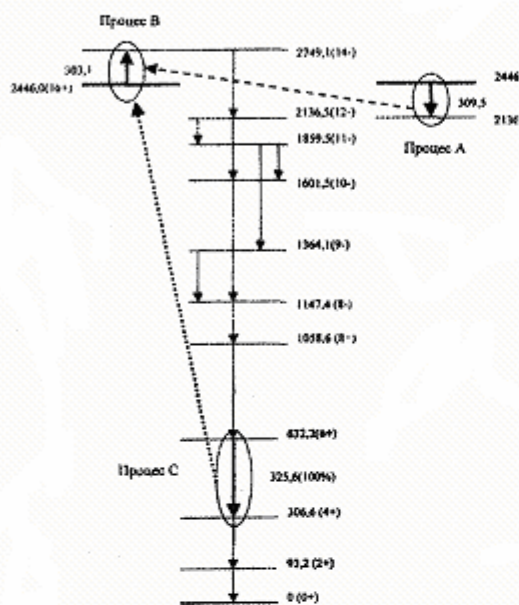


Рис.2. Схема отримання каскаду індукованого розпаду стану з енергією 2749,1(14-) кеВ, збудженого із метастабільного стану $^{178m2}\text{Hf}(16+)$ гамма-квантом з енергією 309,5 кеВ.

У обох випадках поглинання γ -квантів з енергіями 309 і 325,6 кеВ є надлишок енергії, що дає змогу не вимагати створення Месбауерівських умов. Це спрощує вимоги до технічної реалізації γ -лазера. γ -лазер такого типу можна назвати "гарячим" γ -лазером. Для отримки достатньої концентрації ядер $^{178m2}\text{Hf}$ в робочому тілі "гарячого" γ -лазера, необхідна інформація про переріз реакції $^{178}\text{Hf}(\gamma, \gamma')^{178}\text{Hf}$ в області енергій γ -квантів до 1 МеВ.

**Схема експерименту по дослідженню
можливості спостереження
некогерентної індукованої γ -емісії на
ізомері $^{178m2}\text{Hf}(16+)$**

На сьогоднішній день, виготовлення мішеней із високоспінового ізомера $^{178m2}\text{Hf}$ є дорогою та трудомісткою процедурою. Тому необхідний експеримент, з допомогою якого можна було б зробити надійний висновок про можливість спостереження індукованої γ -емісії. Основною метою такого експерименту є виявлення резонансного поглинання γ -квант з енергіями 309 і 325 кеВ. Для цього необхідне джерело γ -квантів з неперервною зміною їх енергії. Для цього ми пропонуємо використовувати комптонівське розсіювання γ -квантів ізотопного джерела з енергією γ -квантів у відповідній області енергій. Це може бути радіоактивний ізоотоп ^{137}Cs , який випромінює γ -кванти з енергією 661 кеВ. Схема експерименту полягає в тому, що на шляху комптонівських γ -квантів перед детектором розміщується поглинач-зразок, в якому знаходяться ядра-ізомери $^{178m2}\text{Hf}$. При наявності поглинання ядрами $^{178m2}\text{Hf}$ γ -квантів з енергіями 309 і 325 кеВ при кутах комптонівського розсіювання має спостерігатися відхилення плавної залежності комптонівського розсіювання від кута розсіювання. Наявність такого відхилення буде означати можливість спостереження індукованої γ -емісії на ізомері $^{178m2}\text{Hf}$.

Висновок

У роботі було розглянуто структуру ізомерних станів ядер ^{180}Ta та ^{180}Hf , використовуючи дані з реакцій одноклонної передачі. Аналіз дозволив зробити висновок на користь одноклонного механізму поглинання гамма-квантів ядрами ^{180m}Ta та ^{180}Hf . Звертається увага на залежність порогу реакції непружного розсіювання гамма-квантів атомними ядрами, що знаходяться в збудженому (метастабільному) стані, від величини енергії спарювання нуклонних пар. Показана можливість спостереження індукованої некогерентної гамма-емісії на високоспіновому ізомері $^{178m2}\text{Hf}$.

Пропонується схема експерименту для перевірки висновків зроблених в даній роботі. Результати даної роботи вказують шлях пошуку нових ізотопів-кандидатів з

1. C.B. Collins et. al., *Laser Phys.* **9**, 1(1999).
2. C.B. Collins et. al., *Phys. Rev. Lett.* **84**, 2544(2000).
3. S. Olario, A.Olario, *Phys. Rev. Lett.* **84**, 2541(2000).
4. D.P. McNabb et. al., *Phys. Rev. Lett.* **84**, 2542(2000).
5. I.V. Sokolyuk, T.M. Zajac, *Elementary Processes in Atomic Systems. Abstracts and Conference Programme. Ukraine, Uzhgorod, 25-28 July, 2000, Uzhgorod, 2000, p.77.*
6. I.V. Sokolyuk, T.M. Zajac, *Elementary Processes in Atomic Systems. Abstracts and Conference Programme. Ukraine, Uzhgorod, 25-28 July, 2000, Uzhgorod, 2000, p.126.*
7. В.И. Высоцкий, Р.Н. Кузьмин, *Гамма-лазеры, изд-во МГУ, М., (1989)176с.*
8. G.C. Baldwin, J.C. Solem, V.I. Gol'danckii, *Rev. Mod. Phys.* **53**, 4, Part 1, 687(1981)
9. Е.В Бакланов, В.П. Чеботаев, *Письма в ЖЭТФ.* **51**, 5, 286(1975).
10. Е.В Бакланов, В.П. Чеботаев, *Квантовая Электроника,* **3**, 3, 63491976).
11. Л.А. Ривлин, *Квантовая Электроника.,* **4**, 3, 676(1977).
12. C.B. Collins, F.W. Lee, D.M. Shemwell et. al., *J. Appl. Phys,* **53**, 7, 4645(1982)
13. C.B. Collins, *Adv. Laser Sci. -II. Proc. Int. Laser. Sci. Conf. Seattle, Wash. oct. 20-4, 1986, New York, 1987, p.45-54.*
14. Е.В. Ткаля, *ЯФ.* **49**, 6, 1603(1989).
15. B. Arad, S.Eliezer, Y. Paiss, *Phys.Lett.* **74A**, 395(1979).
16. W. Becker, R.R. Schlicher, M.O. Scully, *Phys.Lett.,* **106A**, 441(1984).
17. P. Kalman, I. Lovas, *J. Phys.* **13G**, 495(1987).
18. C.B. Collins, C.D. Eberhard, J.W. Glesener, J.A. Anderson, *Phys. Rev.* **37**, 5, 2267(1988).
19. C.B. Collins, J.J. Carrol, T.M. Sinor et.al., *Phys. Rev.* **42**, 5, R1813(1990).
20. A.G. Belov, Yu.P. Gangrsky, A.P. Tonchev, P. Zuran, *Hyperfine Interactions.* **107**, 167(1997).
21. J.J. Carroll, C.B. Collins, *Hyperfine Interactions.* **107**, 149(1997).
22. S.A.Karamian, C.B. Collins, J.J. Carroll, J.Adam, *Technical Digest of the 1st International Induced Gamma Emission Workshop (IGE'97). (Predeal, Romania, 16-20 aug., 1997), p.21-22.*
23. S. Deylitz, et.al., *Phys. Rev. C.,* **53**, 2, 1266(1996).
24. S.A. Karamian, et.al., *JINR, E15-95-175, Dubna, 16(1995).*
25. З.М. Биган, В.М.Мазур, И.В. Соколюк, *ИЯИ АН УССР, Препринт КИЯИ-86-22, Киев, 1986. 9с.*
26. Ю.П. Гангрский, А.П. Тончев, Н.П.Балабанов, *ЭЧАЯ,* **27**, 4, 1043(1997)
27. I.V. Sokolyuk, T.M. Zajac, *First International Gamma-Ray Laser Workshop GARALAS'95", Technical Digest of Abstracts, Aug. 19-23, 1995, Sinaia, Romania, 1995 p.27.*
28. T.M. Zajac, I.V. Sokolyuk, *Technical Digest of the 1st International Induced Gamma Emission Workshop (IGE'97). (Predeal, Romania, 16-20 aug.,1997), p.89.*
29. V.S. Dzjamko, I.V. Sokolyuk, T.M. Zajac, *Hyperfine Interact.* **107**, 75(1997).
30. *Evaluated Nuclear Structure data File, available from the National Nuclear Data Center, Brookhaven National laboratory, Upon, New York, 1997.*
31. Е.П. Григорьев, *ЯФ.* **58**, 4, 579(1995).
32. A.H. Wapstra, G. Audi, *Nucl. Phys.* **A375**, 1, 55(1985).

33. Yu.Ts. Oganessian, S.A. Karamian, Yu.P. Gangrsky., et. al., J. Phys. **G18**, 393(1992).

34. Н.К. Кузьменко, В.М. Михайлов, Изв. РАН, Серия физ. **61**, 1, 75(1997).

ISOMER Hf-178m (16+) AS A EFFECTIVE SOLID FOR THE REALITION OF A GAMMA-LASER

I.V. Sokolyuk, T.M. Zajac

Uzhgorod National University, Department of Nuclear Physics,
9a, Kapitulna str., Uzhgorod 88000, Ukraine
e-mail: siv@gaser.uzhgorod.ua

In this paper the possibility of the realization of a gamma-laser in conditions when the effective solid does not meet the Mossbauer temperatures conditions, i.e. the effective solid is in the so-called "hot state" is considered. The possibility of the usage of $^{178m2}\text{Hf}(16+)$ isomer nuclei as an effective solid for such a "hot gamma-laser" is examined. On the based on the hypothesis of a one-nucleon interaction of the gamma-quanta with the nuclei and the nature of the isomer's nuclei, the scheme of gamma-laser on $^{178m}\text{Hf}(16+)$ isomer is proposed.