

***Предложение по экспериментальному
наблюдению условий, необходимых для распада
вакуума в КЭД со сверхкритическим
кулоновским полем.***

В.П.Незнамов

***Научный Совет ОФН РАН «Физика тяжелых ионов»
г. Нижний Новгород (13 – 18 мая 2024г.)***

ФЕРМИОННЫЙ ВАКУУМ В КЭД

Стандартная КЭД

1. Фермионный вакуум непустой (в нем допускается виртуальное рождение и аннигиляция частиц и античастиц)

2. В теории используются как состояния с положительными, так и с отрицательными энергиями частиц

2.1 В теории позитронов Штюкельберга-Фейнмана позитроны представляют собой электроны с отрицательными энергиями, движущиеся в обратном направлении в пространстве-времени

Новая версия КЭД [1-5]

1. Фермионный вакуум пустой

2. В теории используются только состояния с положительными энергиями. Это относится как к реальным, так и к виртуальным состояниям

2.1 Позитроны описываются решениями уравнения Дирака с измененными знаками электрического заряда и массы

[1]. В. П. Незнамов, ЭЧАЯ 37, 152 (2006), arxiv: hep-th/0411050.

[2]. В. П. Незнамов, ЭЧАЯ 43, 70 (2012), arxiv: 1107.0693 (physics. gen-ph).

[3]. V. P. Neznamov and V. E. Shemarulin, Int. J. Mod. Phys. A 36, 2150086 (2021).

[4]. V. P. Neznamov, Int. J. Mod. Phys. A, 2150173 (2021).

[5]. В.П.Незнамов. «Квантовая электродинамика с пустым фермионным вакуумом. Возможности экспериментальной верификации» (представлена в журнал НЦФМ «Физмат»)

2.2 В теории Дирака фермионный вакуум описывается на языке полностью заполненных состояний с отрицательными энергиями (море Дирака). Дырки в море Дирака интерпретируются как наличие античастиц

3. В сильных электромагнитных полях возможно вакуумное рождение реальных электрон-позитронных пар. Эффект Швингера: вакуумное рождение реальных пар в сильном однородном электрическом поле, интенсивность критического поля равна $\sim 5 \cdot 10^{29}$ ВТ/см²

3. Эффект Швингера отсутствует

4. В остальном конечные результаты расчетов эффектов КЭД полностью совпадают друг с другом

Стандартная КЭД

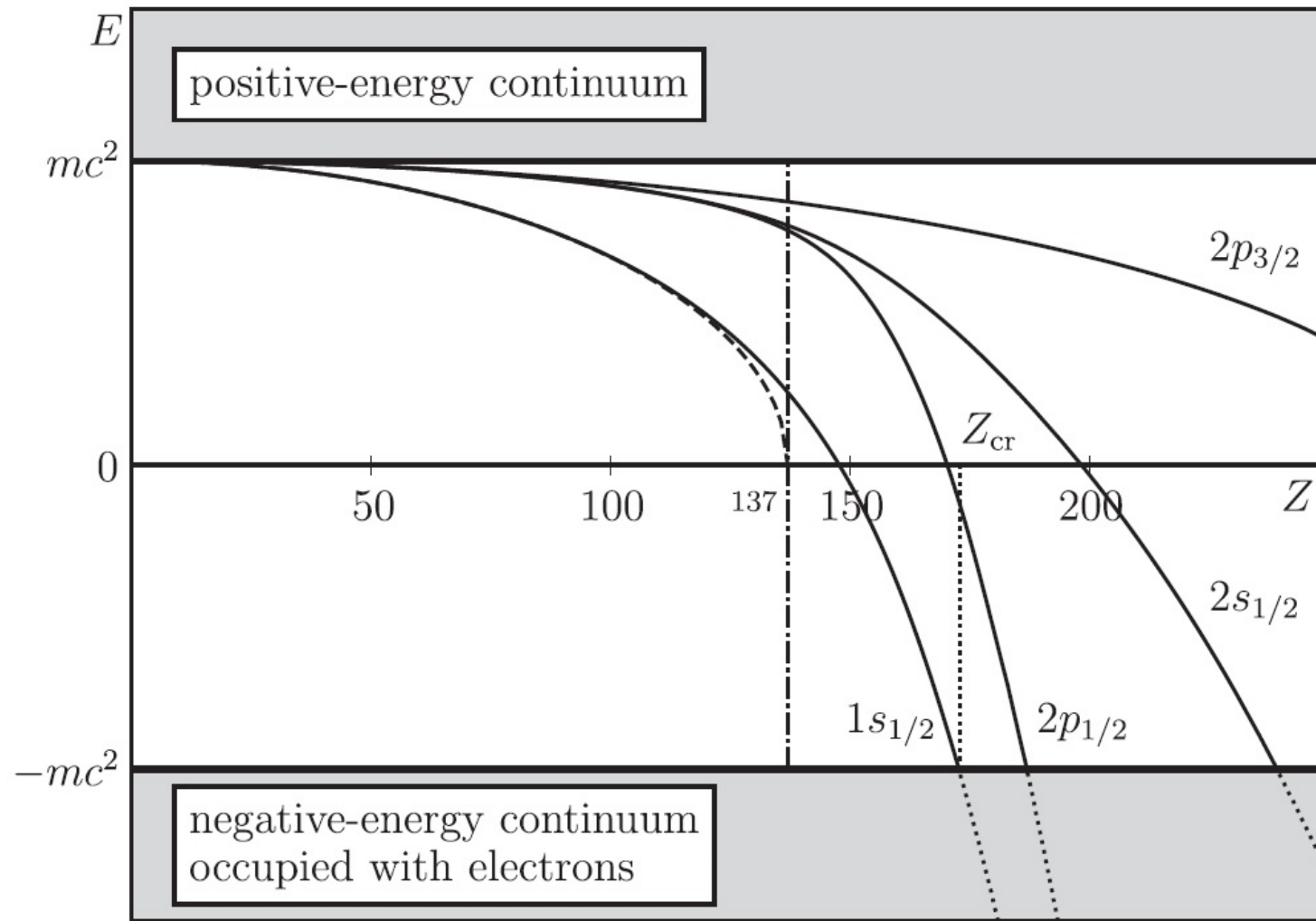
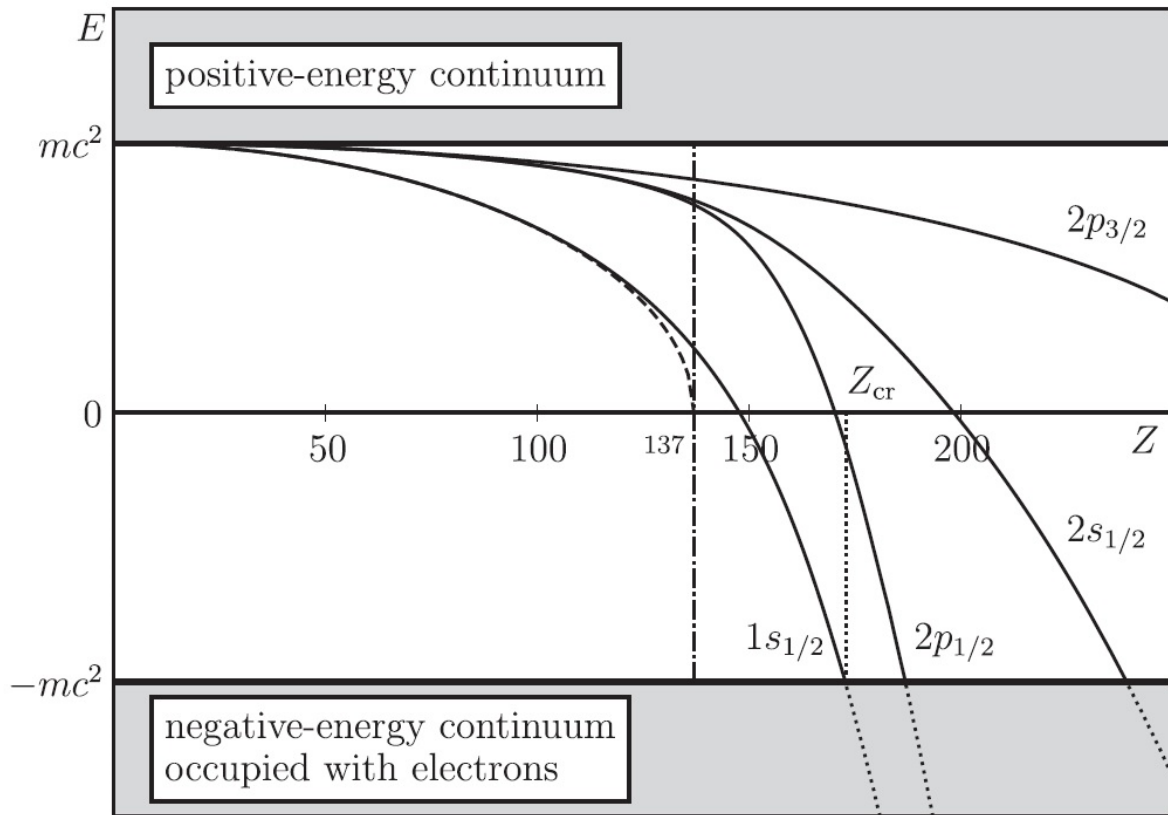


FIG. 1. The low-lying energy levels of a H-like ion as functions of the nuclear charge number Z .

Стандартная КЭД



Новая версия КЭД

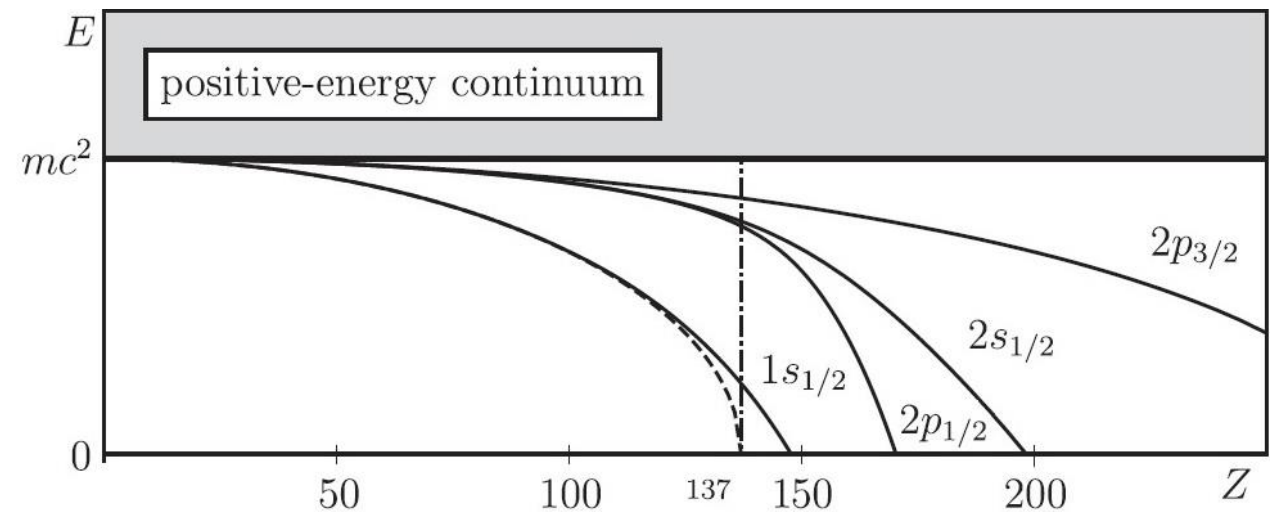


FIG. 2. The low-lying energy levels of a H-like ion as functions of the nuclear charge number Z .

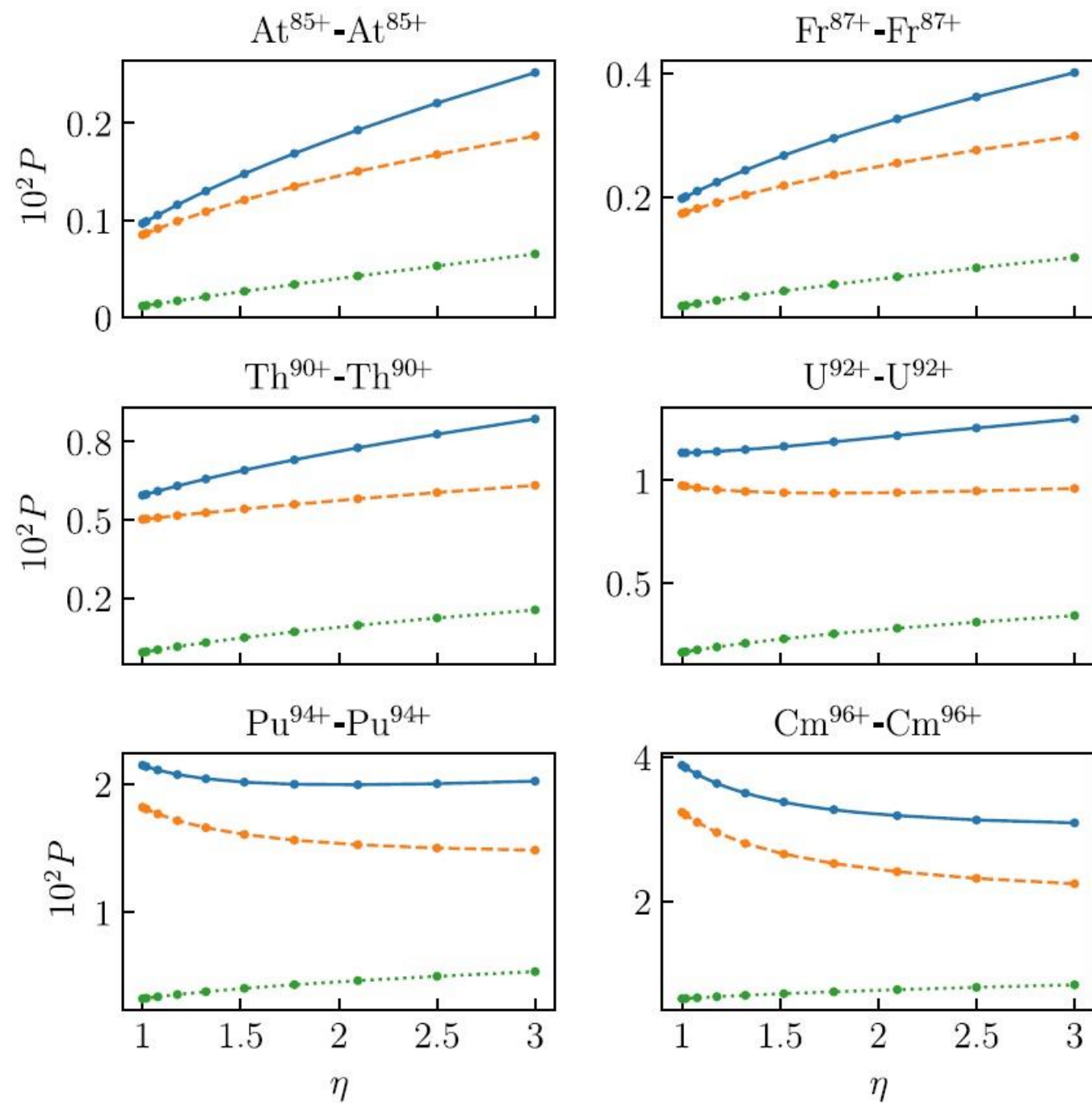


FIG. 3. The s ($\kappa = -1$) and $p_{1/2}$ ($\kappa = 1$) contributions to the pair-creation probability P as functions of the parameter $\eta = E/E_0$, which is the ratio of the collision energy E to the energy of the head-on collision E_0 , at the same minimal internuclear distance $R_{min} = 17.5 \text{ fm}$. The s and $p_{1/2}$ contributions are shown with the dashed (orange) and dotted (green) lines, respectively, while the total P value is displayed by the solid (blue) line.

*R. V. Popov, V. M. Shabaev et al,
Phys. Rev. D 102, 076005 (2020)*

Furthermore, since transitions from the negative-energy continuum into the vacant bound states, especially the two $1s\sigma$ states, are no longer suppressed by the small probabilities for having created a $1s\sigma$ hole, positron production probabilities increase by a factor of ~ 30 , e.g., in 740-MeV central collisions and by up to a factor of ~ 130 in distant ($b \simeq 40$ fm) collisions assuming pure Rutherford scattering. In this way we have shown that inner-shell states, if brought empty into the collision, will represent the dominant final states for electrons from pair production.

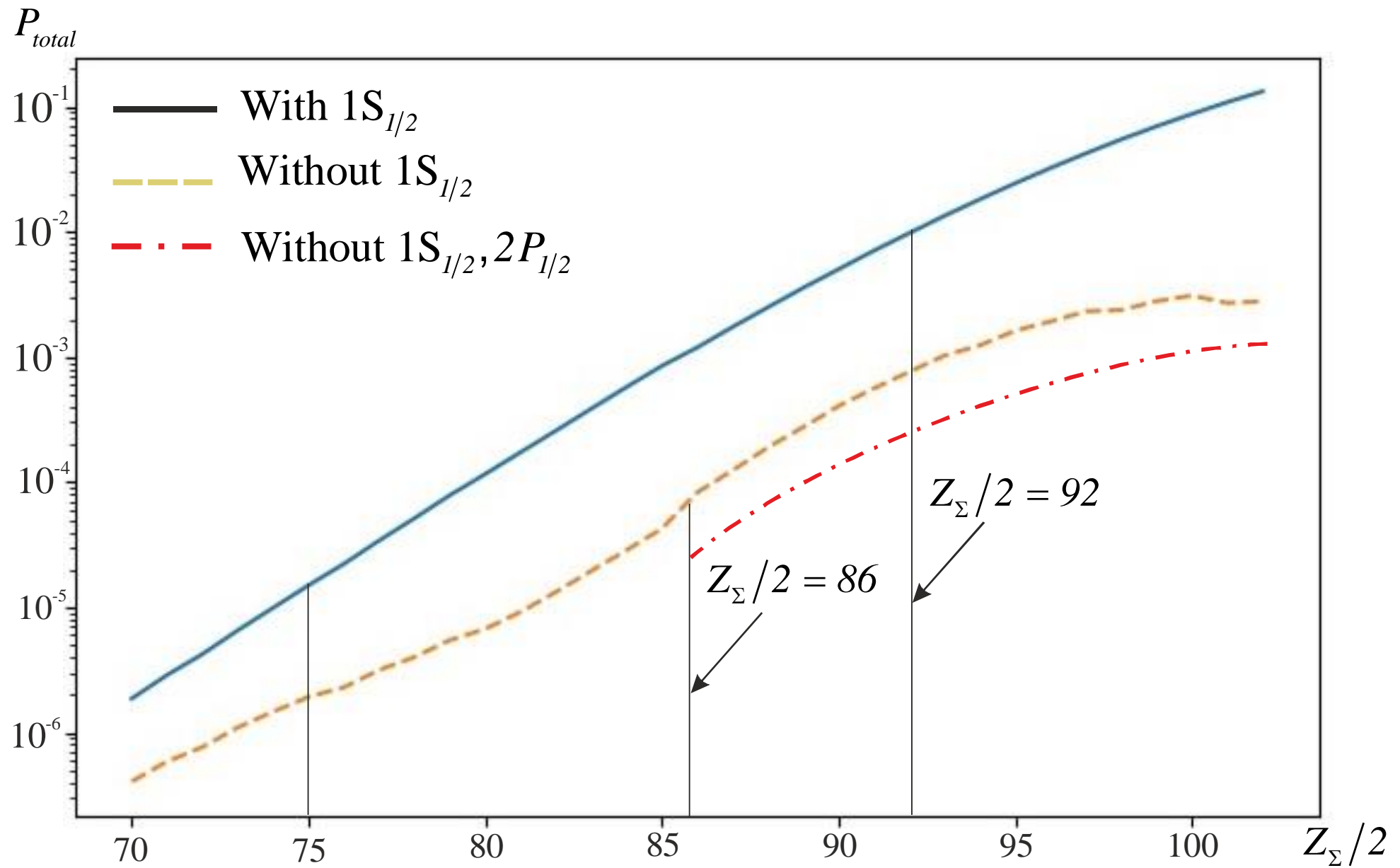


FIG. 4. Total pair-creation probability for central collisions with $R_{min}=17.5$ fm.

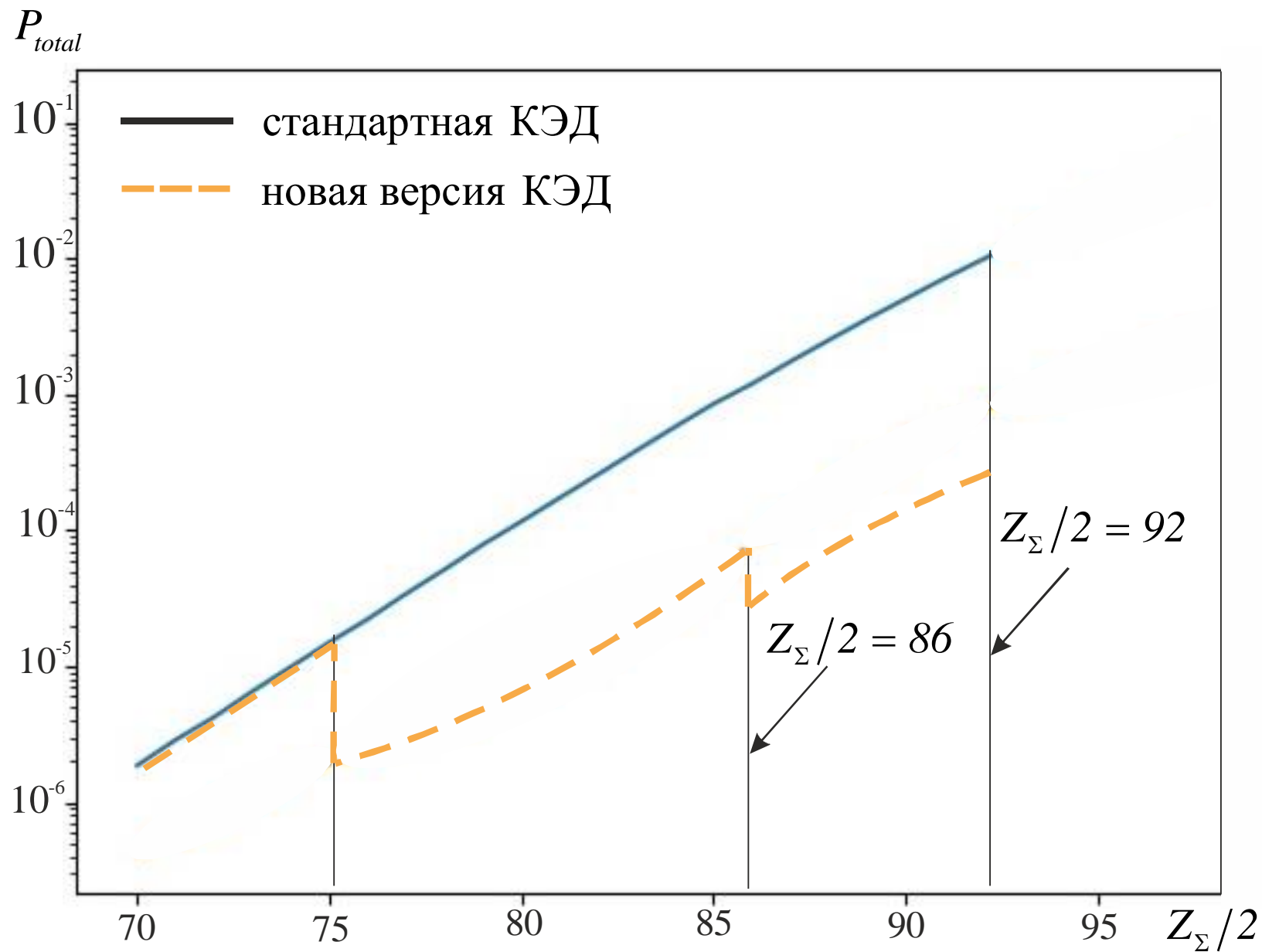
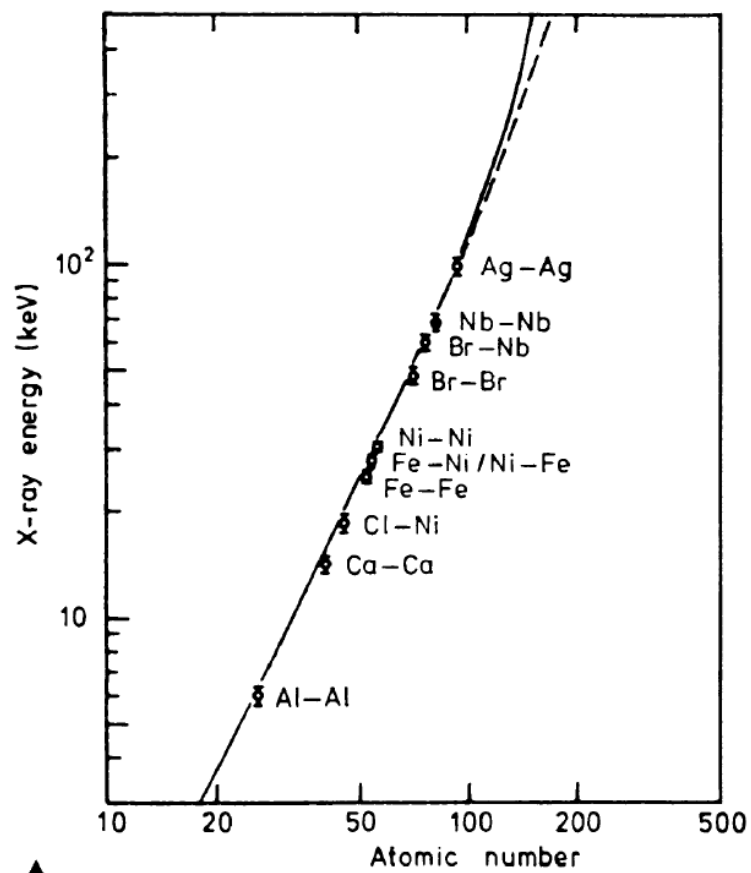


FIG. 5. Total pair-creation probability for central collisions with $R_{min}=17.5$ fm.



▲ **Fig. 13.3.** The anisotropy of the quasi-molecular spectrum was utilized by *Stoller et al.* [St 77] to measure the K x-ray energies of the united quasi-atoms

[1]. *W. Greiner, B. Müller, J. Rafelski. Quantum Electrodynamics of Strong Fields. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1985.*

[2]. *W. Greiner, J. Reinhardt. Quantum Electrodynamics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2003.*

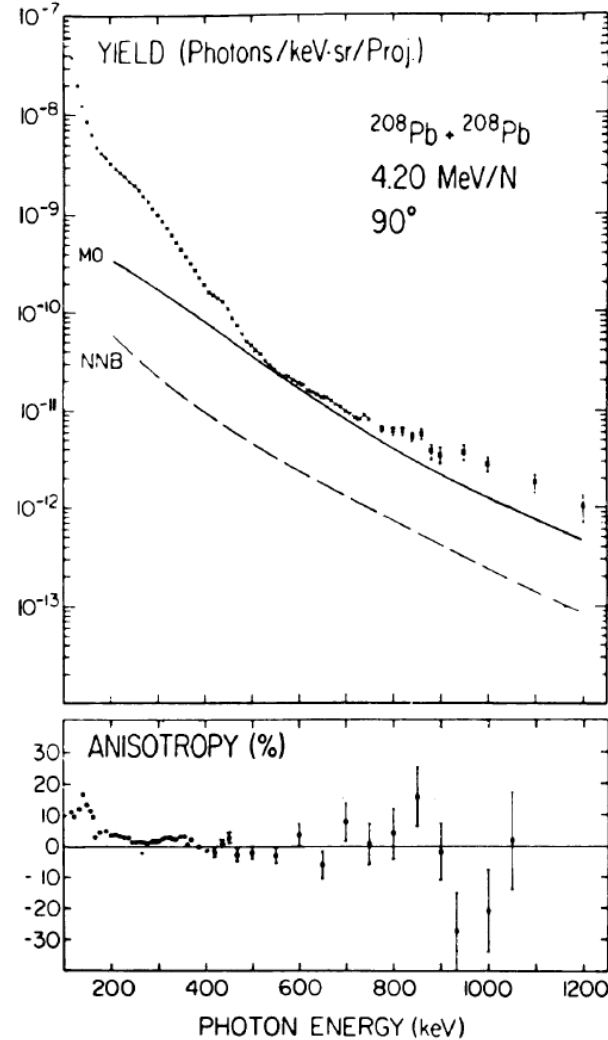



Fig. 13.4. Molecular orbital x-ray spectrum of the Pb–Pb system ($Z_1 + Z_2 = 164$), measured by *Meyerhof et al.* [Me 79]. The solid curve labelled MO reproduces the calculations of *Kirsch et al.* [Ki 78] for molecular x-rays, NNB stands for nuclear bremsstrahlung

The energy-dependent anisotropy, once established, proved useful in two respects. For one, it enabled fairly systematic determination of the transition energy in the united quasiatom. This fact was exploited by *Wölfli* and collaborators [St 77, 78], who systematically studied the peak up to $Z_1 + Z_2 \sim 100$, Fig. 13.3. Unfortunately, the method lost its usefulness in the region of super-heavy quasiatoms, as clearly shown by *Meyerhof* and collaborators [Me 79] in their measurement of the Pb+Pb system, where no anisotropy peak is seen (Fig. 13.4) in the quasi-molecular K x-ray spectrum.

Таблица химических элементов Д. И. Менделеева

 Конструктор элементов с таблицей для любых задач — от простой школьной до подробной научной periodic.ambioindex.ru.
Результаты доступны для скачивания в высоком разрешении

1																		2																		3																		4																		5																		6																		7																																																																																																																																																																																																																							
I A																		II A																		III A																		IV A																		V A																		VI A																		VII A																		VIII A																																																																																																																																																																																																					
1																		2																		3																		4																		5																		6																		7																																																																																																																																																																																																																							
H																		He																		Li																		Be																		B																		C																		N																		O																		F																		Ne																																																																																																																																																																	
Водород 1,01																		Гелий 4,01																		Литий 6,94																		Бериллий 9,01																		Бор 10,81																		Углерод 12,01																		Азот 14,01																		Кислород 15,99																		Фтор 18,99																		Неон 20,18																																																																																																																																																																	
3																		4																		5																		6																		7																		8																		9																		10																		11																		12																																																																																																																																																																	
III B																		IV B																		VB																		VIB																		VIIB																		VIII																		IB																		IIB																																																																																																																																																																																																					
11																		12																		13																		14																		15																		16																		17																		18																																																																																																																																																																																																					
Na																		Mg																		Al																		Si																		P																		S																		Cl																		Ar																																																																																																																																																																																																					
Натрий 22,99																		Магний 24,3																		Алюминий 26,98																		Кремний 28,08																		Фосфор 30,97																		Сера 32,06																		Хлор 35,45																		Аргон 39,95																																																																																																																																																																																																					
19																		20																		21																		22																		23																		24																		25																		26																		27																		28																		29																		30																		31																		32																		33																		34																		35																		36																	
III B																		IV B																		VB																		VIB																		VIIB																		VIII																		IB																		IIB																																																																																																																																																																																																					
K																		Ca																		Sc																		Ti																		V																		Cr																		Mn																		Fe																		Co																		Ni																		Cu																		Zn																		Ga																		Ge																		As																		Se																		Br																		Kr																	
Калий 39,1																		Кальций 40,08																		Скандий 44,06																		Титан 47,87																		Ванадий 50,94																		Хром 51,99																		Марганец 54,94																		Железо 55,85																		Кобальт 58,93																		Никель 58,69																		Медь 63,55																		Цинк 65,39																		Галлий 69,72																		Германий 72,63																		Мышьяк 74,92																		Селен 78,97																		Бром 79,9																		Криптон 83,8																	
37																		38																		39																		40																		41																		42																		43																		44																		45																		46																		47																		48																		49																		50																		51																		52																		53																		54																	
III B																		IV B																		VB																		VIB																		VIIB																		VIII																		IB																		IIB																																																																																																																																																																																																					
Rb																		Sr																		Y																		Zr																		Nb																		Mo																		Tc																		Ru																		Rh																		Pd																		Ag																		Cd																		In																		Sn																		Sb																		Te																		I																		Xe																	
Рубидий 85,47																		Стронций 87,62																		Иттрий 88,91																		Цирконий 91,22																		Нобий 92,91																		Молибден 95,95																		Технеций (97)																		Рутений 101,07																		Родий 102,91																		Палладий 106,42																		Серебро 107,87																		Кадмий 112,41																		Индий 114,82																		Олово 118,71																		Сурьма 121,76																		Теллур 127,6																		Йод 126,9																		Ксенон 131,29																	
55																		56																		57—71																		72																		73																		74																		75																		76																		77																		78																		79																		80																		81																		82																		83																		84																		85																		86																	
III B																		IV B																		VB																		VIB																		VIIB																		VIII																		IB																		IIB																																																																																																																																																																																																					
Cs																		Ba																		La — Lu																		Hf																		Ta																		W																		Re																		Os																		Ir																		Pt																		Au																		Hg																		Tl																		Pb																		Bi																		Po																		At																		Rn																	
Цезий 132,91																		Барий 137,33																		Лантаноиды																		Гафний 178,49																		Тантал 180,95																		Вольфрам 183,84																		Рений 186,21																		Осмий 190,23																		Иридий 192,22																		Платина 195,08																		Золото 196,97																		Ртуть 200,59																		Таллий 204,38																		Свинец 207,2																		Висмут 208,98																		Полоний (209)																		Астат (210)																		Радон (222)																	
67																		68																		69—103																		104																		105																		106																		107																		108																		109																		110																		111																		112																		113																		114																		115																		116																		117																		118																	
III B																		IV B																		VB																		VIB																		VIIB																		VIII																		IB																		IIB																																																																																																																																																																																																					
Fr																		Ra																		Ac — Lr																		Rf																		Db																		Sg																		Bh																		Hs																		Mt																		Ds																		Rg																		Cn																		Nh																		Fl																		Mc																		Lv																		Ts																		Og																	
Франций (223)																		Радий (226)																		Актинοиды																		Резерфордий (261)																		Дубний (270)																		Сиборгий (269)																		Борий (270)																		Хассий (270)																		Мейтнерий (278)																		Дармштадтий (281)																		Роггений (281)																		Коперниций (289)																		Нихоний (286)																		Флеровий (289)																		Московский (289)																		Ливерморий (293)																		Теннессиум (293)																		Оганесон (294)																	
Щелочные металлы																		Щелочноземельные металлы																		Переходные металлы																		Постпереходные металлы																		Металлоиды																		Неметаллы																		Галогены																		Благородные газы																																																																																																																																																																																																					
3																		4																		5																		6																		7																		8																		9																																																																																																																																																																																																																							
III B																		IV B																		VB																		VIB																		VIIB																		VIII																		IB																		IIB																																																																																																																																																																																																					
57																		58																		59																		60																		61																		62																		63																		64																		65																		66																		67																		68																		69																		70																		71																																																																							
III B																		IV B																		VB																		VIB																		VIIB																		VIII																		IB																		IIB																																																																																																																																																																																																					
La																		Ce																		Pr																		Nd																		Pm																		Sm																		Eu																		Gd																		Tb																		Dy																		Ho																		Er																		Tm																		Yb																		Lu																																																																							
Лантан 138,91																		Церий 140,12																		Прометий 140,91																		Неодим 144,24																		Прометий (145)																		Самарий 150,36																		Европий 151,96																		Гадолиний 157,25																		Тербий 158,93																		Диспрозий 162,5																		Гольмий 164,93																		Эрбий 167,26																		Тулий 168,93																		Иттербий 172,05																		Лютеций 174,97																																																																							
69																		90																		91																		92																		93																		94																		95																		96																		97																		98																		99																		100																		101																		102																		103																																																																							
III B																		IV B																		VB																		VIB																		VIIB																		VIII																		IB																		IIB																																																																																																																																																																																																					
Ac																		Th																		Pa																		U																		Np																		Pu																		Am																		Cm																		Bk																		Cf																		Es																		Fm																		Md																		No																		Lr																																																																							
Актиний (227)																		Торий 232,04																		Прометий 231,04																		Уран 238,03																		Нептуний (237)																		Плутоний (244)																		Америций (243)																		Кюрий (247)																		Берклий (247)																		Калифорний (251)																		Эйнштейний (252)																		Фермий (257)																		Менделеев (258)																		Нобелий (259)																		Лоуренсий (262)																																																																							
Лантаноиды																		Актинοиды																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

Атомный номер: 47
 Символ: Ag
 Название: Серебро
 Атомная масса: 107,87

Предложение

Создать рабочую группу из представителей:

- ✓ СПбГУ – отв. В.М.Шаббаев
- ✓ РФЯЦ-ВНИИЭФ – отв. В.П.Незнамов
- ✓ ОИЯИ – отв. ????

Рабочей группе:

1. Рассчитать количественно для двух версия КЭД кривые слайда 9 ($P(Z_{\Sigma} = Z_1 + Z_2)$).
2. Определить возможность прецизионных измерений на установках ОИЯИ вероятностей рождения электрон-позитронных пар в зависимости от величины суммарного $Z_{\Sigma} = Z_1 + Z_2$ сталкивающихся ионов.
3. Результаты пунктов 1 и 2 доложить на очередном заседании Научного Совета ОФН РАН «Физика тяжелых ионов».

Спасибо за внимание