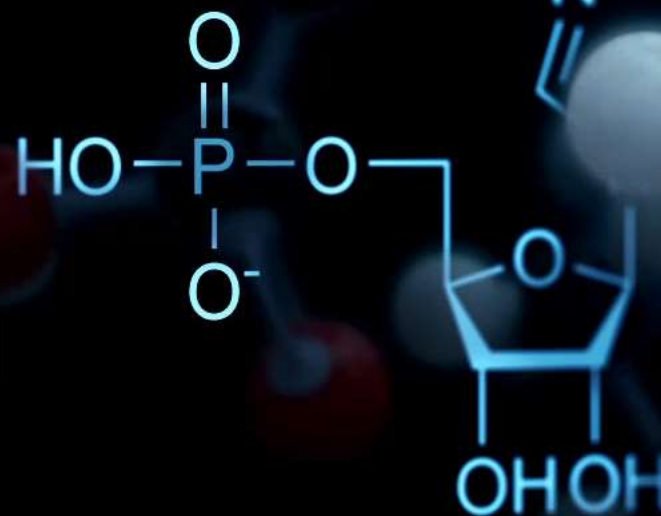


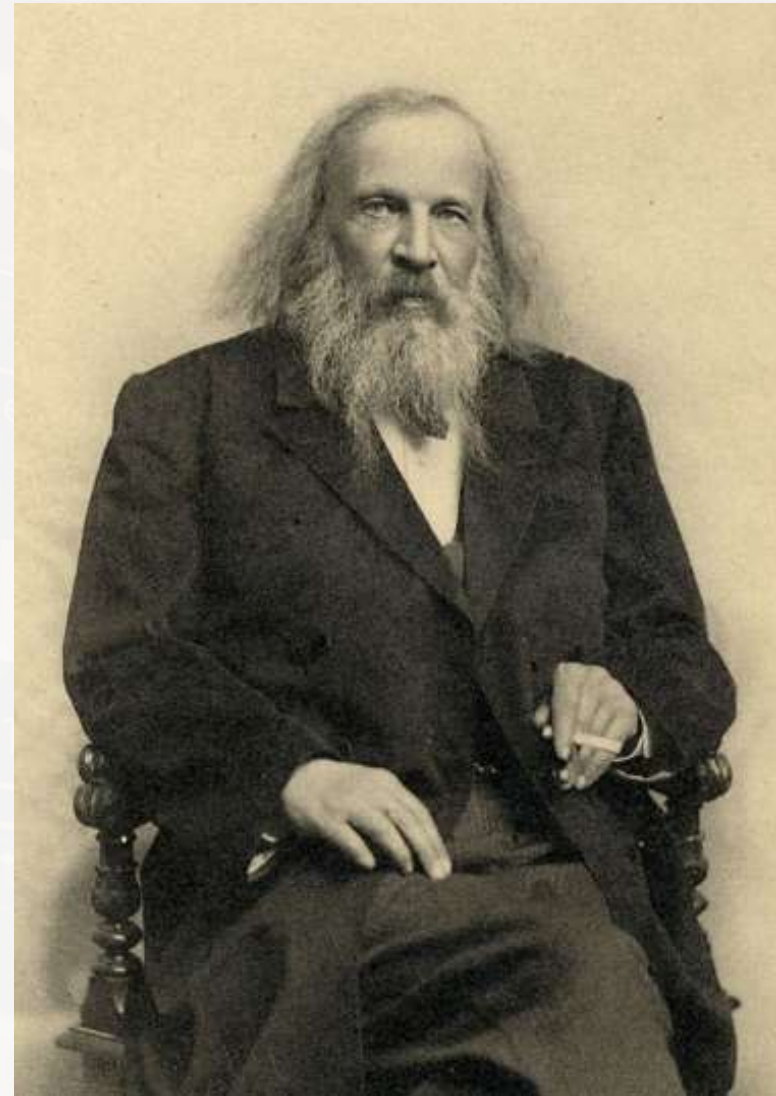
СОВРЕМЕННАЯ ХИМИЯ: БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ ПЕРЕД МОЛОДЫМ ПОКОЛЕНИЕМ



Калмыков Степан Николаевич
Вице-президент РАН
Научный руководитель
химического
факультета МГУ

ЧИТАЯ МЕНДЕЛЕЕВА (Степан Щипачев, 1948)

Другого ничего в природе нет
Ни здесь, ни там, в космических
глубинах:
Все – от песчинок малых до
планет –
Из элементов состоят единых.



Handwritten notes, likely related to the periodic table, including atomic numbers and element symbols:

90	? = 100
94	Pa = 182
96	U = 186
104	Hf = 178.4
124	Sr = 188
136	(147)
148	La = 138
150	?
156	La = 138.5
118	
122	Si = 210
128	
132	
137	
140	
142	
144	
146	
148	
150	
152	
154	
156	
158	
160	
162	
164	
166	
168	
170	
172	
174	
176	
178	
180	
182	
184	
186	
188	
190	
192	
194	
196	
198	
200	
202	
204	
206	
208	
210	
212	
214	
216	
218	
220	
222	
224	
226	
228	
230	
232	
234	
236	
238	
240	
242	
244	
246	
248	
250	
252	
254	
256	
258	
260	
262	
264	
266	
268	
270	
272	
274	
276	
278	
280	
282	
284	
286	
288	
290	
292	
294	
296	
298	
300	
302	
304	
306	
308	
310	
312	
314	
316	
318	
320	
322	
324	
326	
328	
330	
332	
334	
336	
338	
340	
342	
344	
346	
348	
350	
352	
354	
356	
358	
360	
362	
364	
366	
368	
370	
372	
374	
376	
378	
380	
382	
384	
386	
388	
390	
392	
394	
396	
398	
400	
402	
404	
406	
408	
410	
412	
414	
416	
418	
420	
422	
424	
426	
428	
430	
432	
434	
436	
438	
440	
442	
444	
446	
448	
450	
452	
454	
456	
458	
460	
462	
464	
466	
468	
470	
472	
474	
476	
478	
480	
482	
484	
486	
488	
490	
492	
494	
496	
498	
500	
502	
504	
506	
508	
510	
512	
514	
516	
518	
520	
522	
524	
526	
528	
530	
532	
534	
536	
538	
540	
542	
544	
546	
548	
550	
552	
554	
556	
558	
560	
562	
564	
566	
568	
570	
572	
574	
576	
578	
580	
582	
584	
586	
588	
590	
592	
594	
596	
598	
600	
602	
604	
606	
608	
610	
612	
614	
616	
618	
620	
622	
624	
626	
628	
630	
632	
634	
636	
638	
640	
642	
644	
646	
648	
650	
652	
654	
656	
658	
660	
662	
664	
666	
668	
670	
672	
674	
676	
678	
680	
682	
684	
686	
688	
690	
692	
694	
696	
698	
700	
702	
704	
706	
708	
710	
712	
714	
716	
718	
720	
722	
724	
726	
728	
730	
732	
734	
736	
738	
740	
742	
744	
746	
748	
750	
752	
754	
756	
758	
760	
762	
764	
766	
768	
770	
772	
774	
776	
778	
780	
782	
784	
786	
788	
790	
792	
794	
796	
798	
800	
802	
804	
806	
808	
810	
812	
814	
816	
818	
820	
822	
824	
826	
828	
830	
832	
834	
836	
838	
840	
842	
844	
846	
848	
850	
852	
854	
856	
858	
860	
862	
864	
866	
868	
870	
872	
874	
876	
878	
880	
882	
884	
886	
888	
890	
892	
894	
896	
898	
900	
902	
904	
906	
908	
910	
912	
914	
916	
918	
920	
922	
924	
926	
928	
930	
932	
934	
936	
938	
940	
942	
944	
946	
948	
950	
952	
954	
956	
958	
960	
962	
964	
966	
968	
970	
972	
974	
976	
978	
980	
982	
984	
986	
988	
990	
992	
994	
996	
998	
1000	

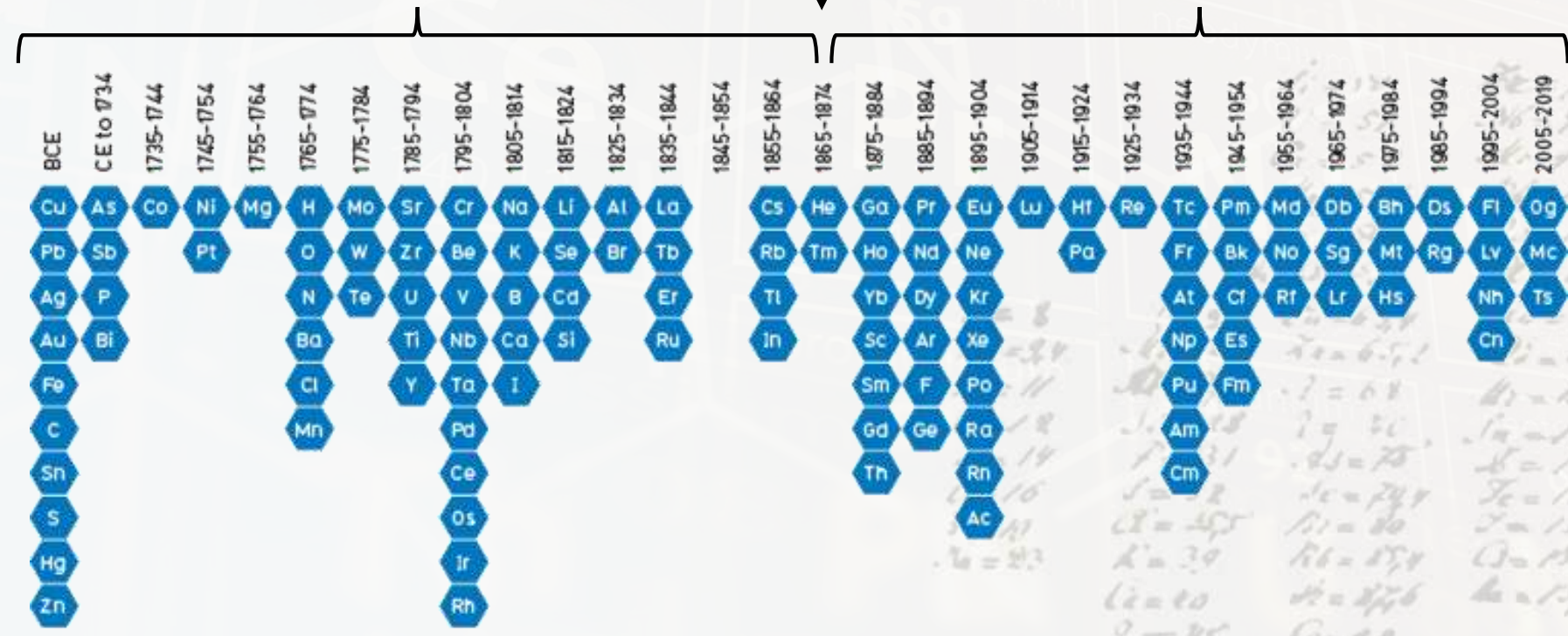
ХРОНОЛОГИЯ ОТКРЫТИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

1869 г.



63 элемента, открытых до создания Периодической системы

Элементы, открытые в природе и полученные искусственно



САМЫЙ СТАРЫЙ ПРИЖИЗНЕННЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР ТАБЛИЦЫ МЕНДЕЛЕЕВА (1885 Г.)

Periodische Gesetzmässigkeit der Elemente nach Mendelejeff.

Reihen	Gruppe I R ² O	Gruppe II RO	Gruppe III R ² O ³	Gruppe IV RH ⁴ RO ²	Gruppe V RH ³ R ² O ⁵	Gruppe VI RH ² RO ³	Gruppe VII RH R ² O ⁷	Gruppe VIII HO
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	Sc=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	Ga=68	--72	As=75	Se=79	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	--100	Ru=104, Rh=104 Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	Ce=137	La=139	-	Di=145?	-	- - - -
9	(-)	-	-	-	-	-	-	
10	- 165	- 169	Er=170	-173	Ta=182	W=184	-	Pt=194, Os=195(?) Ir=193, Au=196
11	(Au=196)	Hg=200	Tl=204	Pb=208	Bi=210	-	-	
12	-	-	-	Th=231	-	U=240	-	

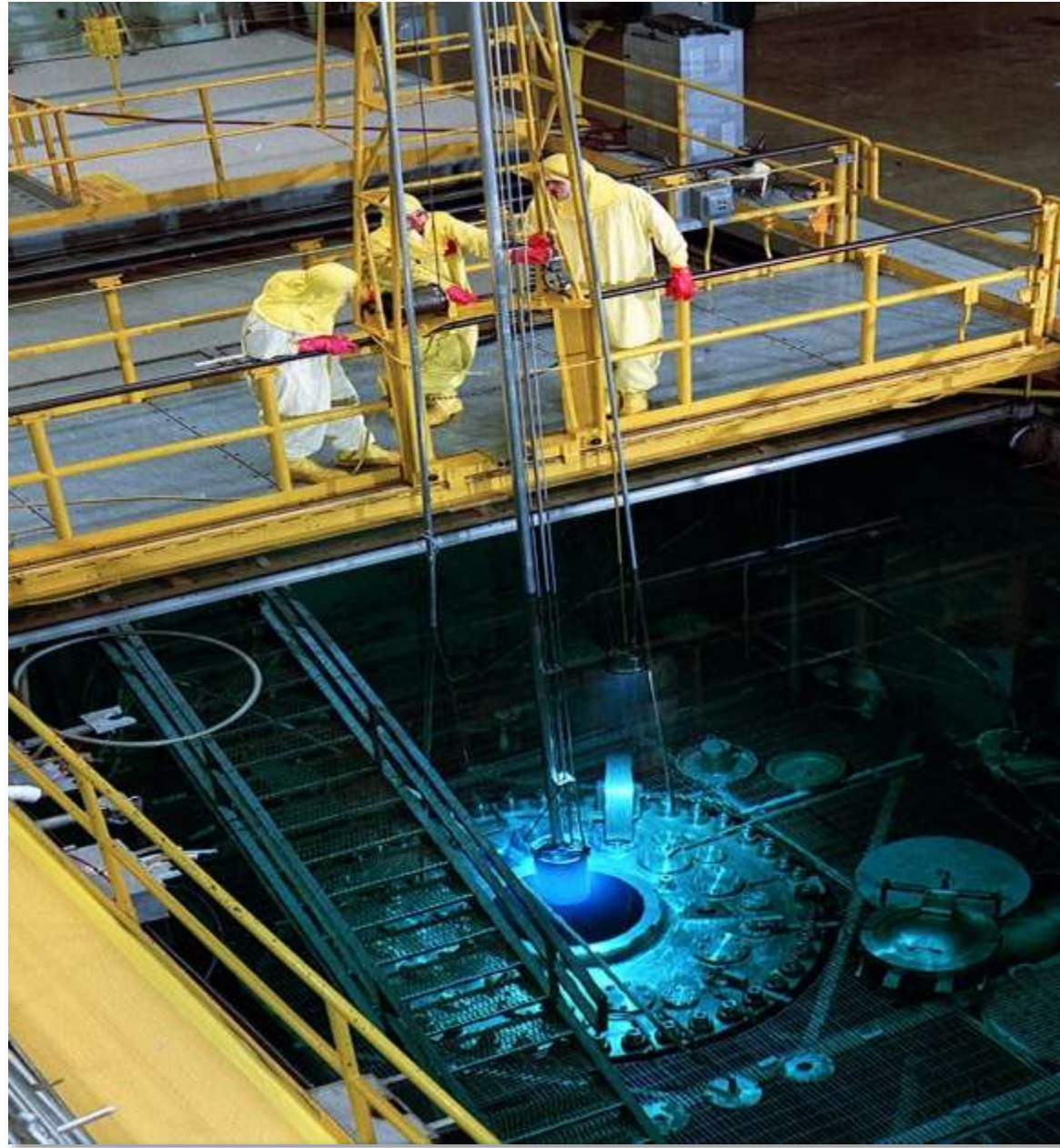
Университет
Сент-Эндрюсс,
Шотландия

Л. Мейер в 1870 г. писал: «Это все было опубликовано Менделеевым до меня и вообще впервые. Я открыто признаюсь, что у меня не хватило смелости для таких дальновидных предположений, какие с уверенностью высказал Менделеев».

Периодическая таблица Д. И. Менделеева

Период	Ряд	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ										Обозначение элемента		Атомный номер		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII							
1	1	(H)							H ¹ Водород 1,00797	He ² Гелий 4,0026						
2	2	Li ³ Литий 6,939	Be ⁴ Бериллий 9,0122	B ⁵ Бор 10,811	C ⁶ Углерод 12,01115	N ⁷ Азот 14,0067	O ⁸ Кислород 15,9994	F ⁹ Фтор 18,9984	Ne ¹⁰ Неон 20,179							
3	3	Na ¹¹ Натрий 22,9898	Mg ¹² Магний 24,305	Al ¹³ Алюминий 26,9815	Si ¹⁴ Кремний 28,086	P ¹⁵ Фосфор 30,9738	S ¹⁶ Сера 32,064	Cl ¹⁷ Хлор 35,453	Ar ¹⁸ Аргон 39,948							
4	4	K ¹⁹ Калий 39,102	Ca ²⁰ Кальций 40,08	Sc ²¹ Скандий 44,956	Ti ²² Титан 47,90	V ²³ Ванадий 50,942	Cr ²⁴ Хром 51,996	Mn ²⁵ Марганец 54,9380	Fe ²⁶ Железо 55,847	Co ²⁷ Кобальт 58,9330	Ni ²⁸ Никель 58,71					
	5	Cu ²⁹ Медь 63,546	Zn ³⁰ Цинк 65,37	Ga ³¹ Галлий 69,72	Ge ³² Германий 72,59	As ³³ Мышьяк 74,9216	Se ³⁴ Селен 78,96	Br ³⁵ Бром 79,904	Kr ³⁶ Криптон 83,80							
5	6	Rb ³⁷ Рубидий 85,47	Sr ³⁸ Стронций 87,62	Y ³⁹ Иттрий 88,905	Zr ⁴⁰ Цирконий 91,22	Nb ⁴¹ Ниобий 92,906	Mo ⁴² Молибден 95,94	Tc ⁴³ Технеций [99]	Ru ⁴⁴ Рутений 101,07	Rh ⁴⁵ Родий 102,905	Pd ⁴⁶ Палладий 106,4					
	7	Ag ⁴⁷ Серебро 107,868	Cd ⁴⁸ Кадмий 112,40	In ⁴⁹ Индий 114,82	Sn ⁵⁰ Олово 118,69	Sb ⁵¹ Сурьма 121,75	Te ⁵² Теллур 127,60	I ⁵³ Иод 126,9044	Xe ⁵⁴ Ксенон 131,30							
6	8	Cs ⁵⁵ Цезий 132,905	Ba ⁵⁶ Барий 137,34	La* ⁵⁷ Лантан 138,91	Hf ⁷² Гафний 178,49	Ta ⁷³ Тантал 180,948	W ⁷⁴ Вольфрам 183,85	Re ⁷⁵ Рений 186,2	Os ⁷⁶ Осмий 190,2	Ir ⁷⁷ Иридий 192,2	Pt ⁷⁸ Платина 195,09					
	9	Au ⁷⁹ Золото 196,967	Hg ⁸⁰ Ртуть 200,59	Tl ⁸¹ Таллий 204,37	Pb ⁸² Свинец 207,19	Bi ⁸³ Висмут 208,980	Po ⁸⁴ Полоний [210]*	At ⁸⁵ Астат [210]	Rn ⁸⁶ Радон [222]							
7	10	Fr ⁸⁷ Франций [223]	Ra ⁸⁸ Радий [226]	Ac** ⁸⁹ Актиний [227]	Rf ¹⁰⁴ Резерфордий [261]	Db ¹⁰⁵ Дубний [262]	Sg ¹⁰⁶ Сиборгий [263]	Bh ¹⁰⁷ Борий [262]	Hs ¹⁰⁸ Хассий [265]	Mt ¹⁰⁹ Майтнерий [266]	Ds ¹¹⁰ Дармштадтий [271]					
	11	Rg ¹¹¹ Рентгений [272]	Cn ¹¹² Колерниций [285]	Nh ¹¹³ Нихоний [286]	Fl ¹¹⁴ Флеровий	Mc ¹¹⁵ Московский	Lv ¹¹⁶ Ливерморий	Ts ¹¹⁷ Теннессин	Og ¹¹⁸ Оганесон [294]							

Лантаноиды*	58 Ce 140,12 Церий	59 Pr 140,907 Празеодим	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [147]* Прометий	62 Sm 150,35 Самарий	63 Eu 151,96 Европий	64 Gd 157,25 Гадолиний	65 Tb 158,924 Тербий	66 Dy 162,50 Диспрозий	67 Ho 164,930 Гольмий	68 Er 167,26 Эрбий	69 Tm 168,934 Тулий	70 Yb 173,04 Иттербий	71 Lu 174,97 Лютеций
Актиноиды**	90 Th 232,038 Торий	91 Pa [231] Протактиний	92 U 238,03 Уран	93 Np [237] Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [252]* Калифорний	99 Es [254] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [257] Менделеев	102 No [259] Нобелий	103 Lr [260] Лоуренсий



ФАБРИКА СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

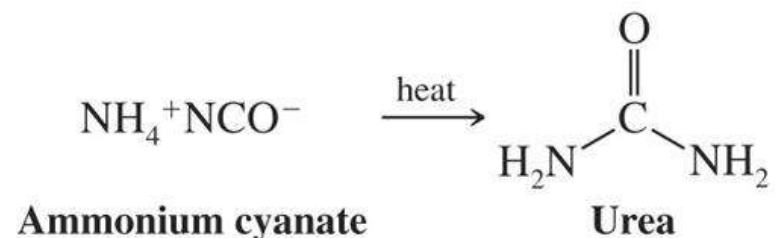


CHEMICAL SPACE ХИМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО

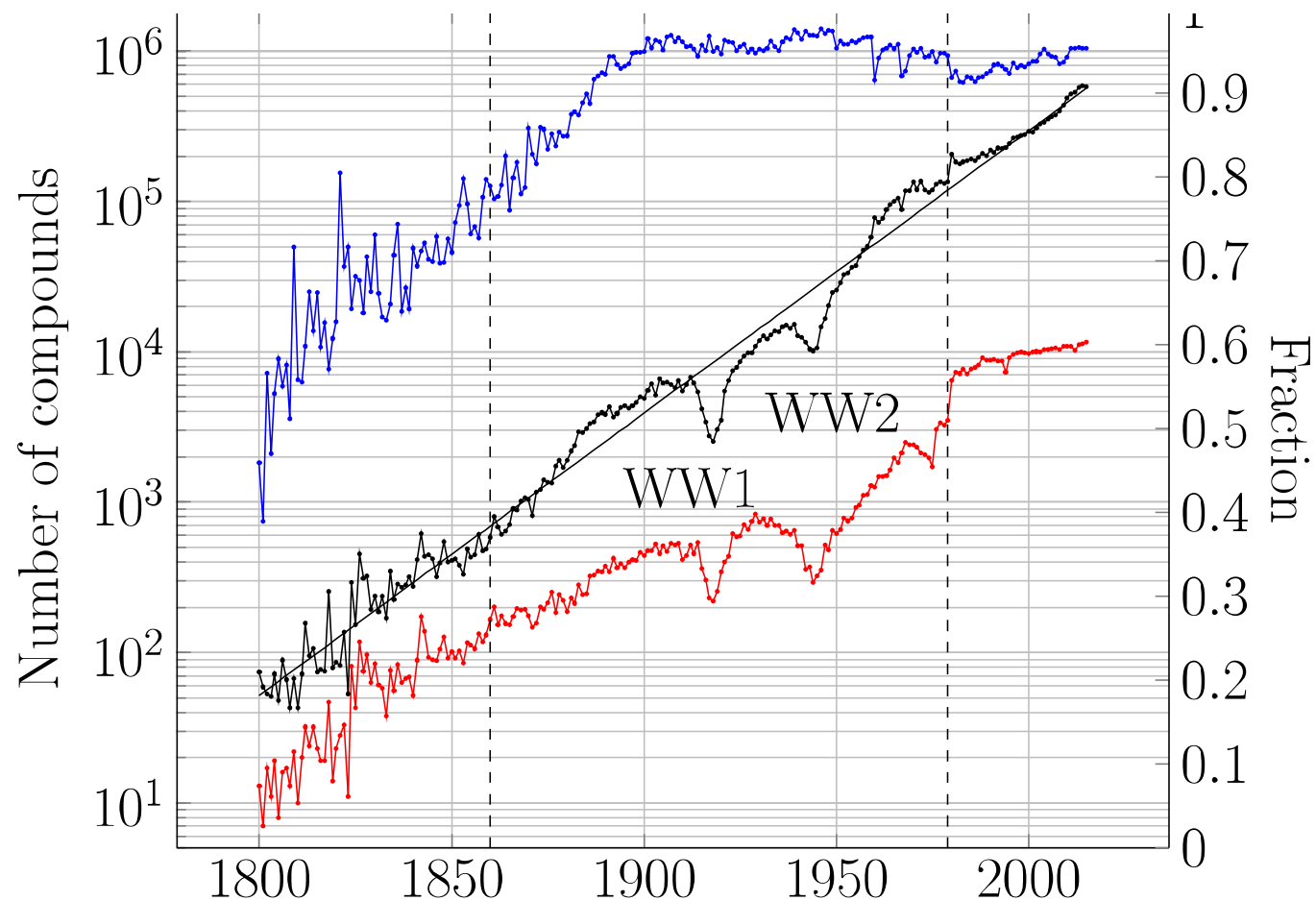
16400 журналов и патентов

14,341,955 соединений
16,356,012 реакций

- Протоорганический период
- Органический период
- Metalлорганический период



Wohler synthesis



ЗАГЛЯНУТЬ ЗА ГОРИЗОНТ



Новые материалы

- КОМПОЗИТЫ
- АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- ПОЛИМЕРЫ
- ...



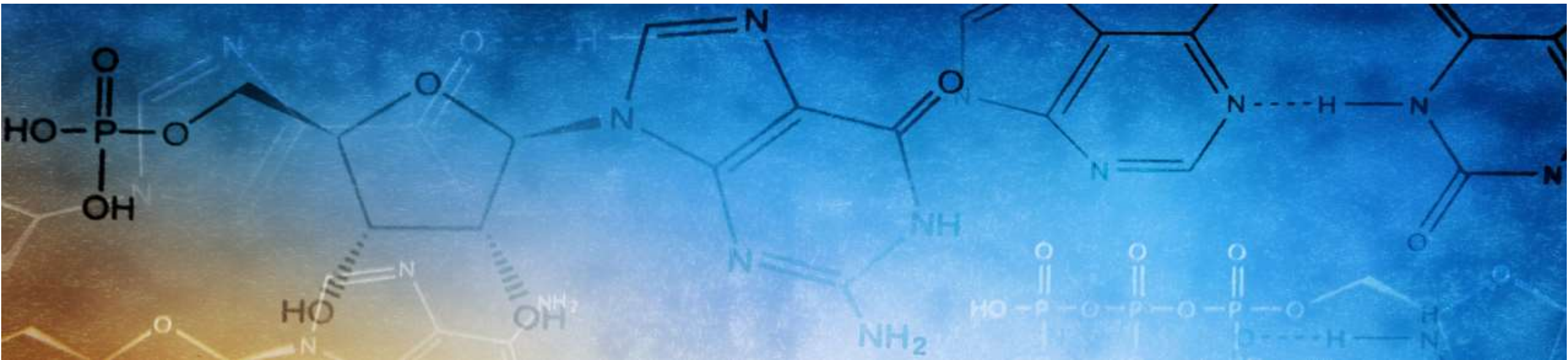
Энергетика

- ИСТОЧНИКИ ТОКА
- ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
- ФОТОВОЛЬТАИКА
- ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

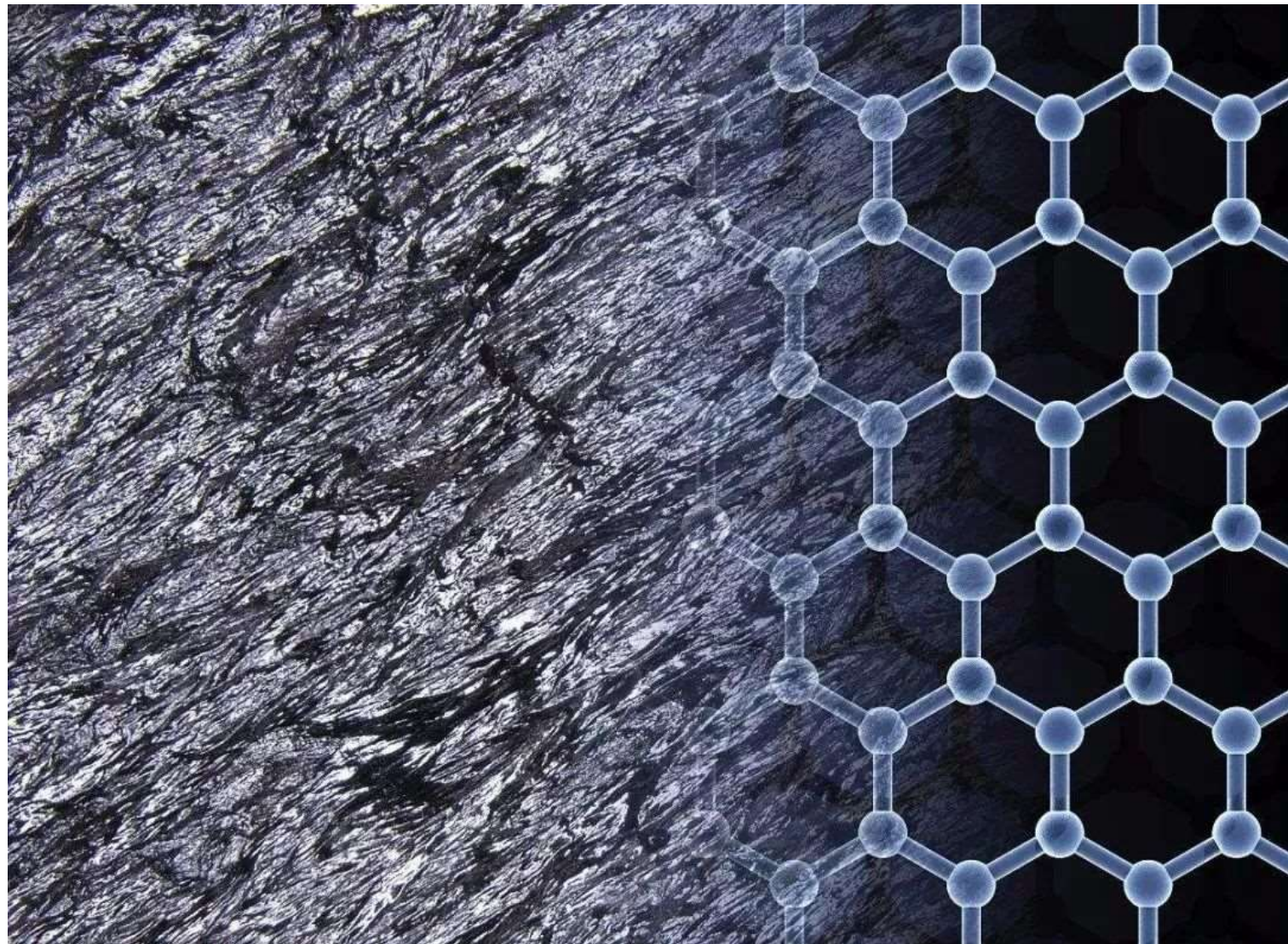


Медицина

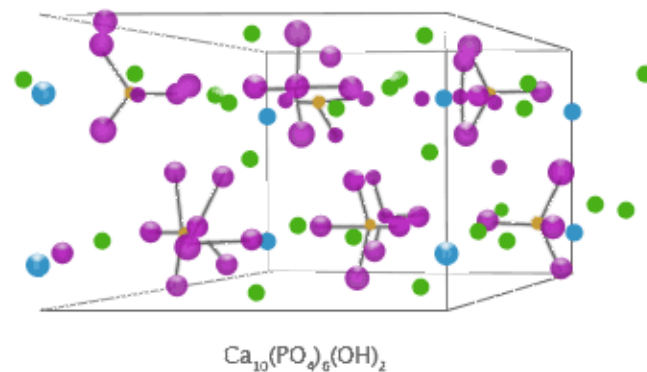
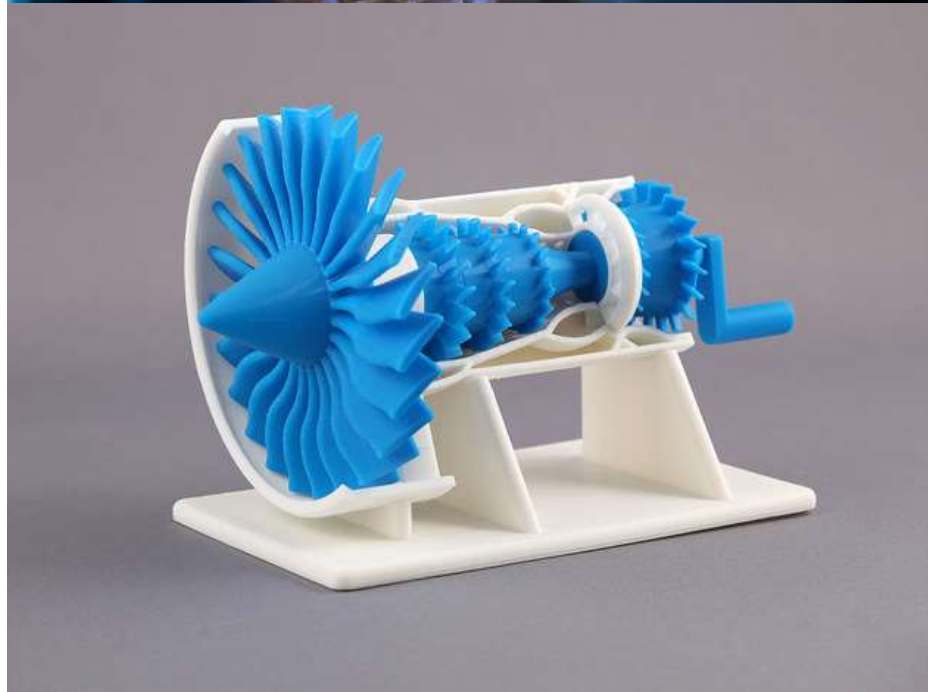
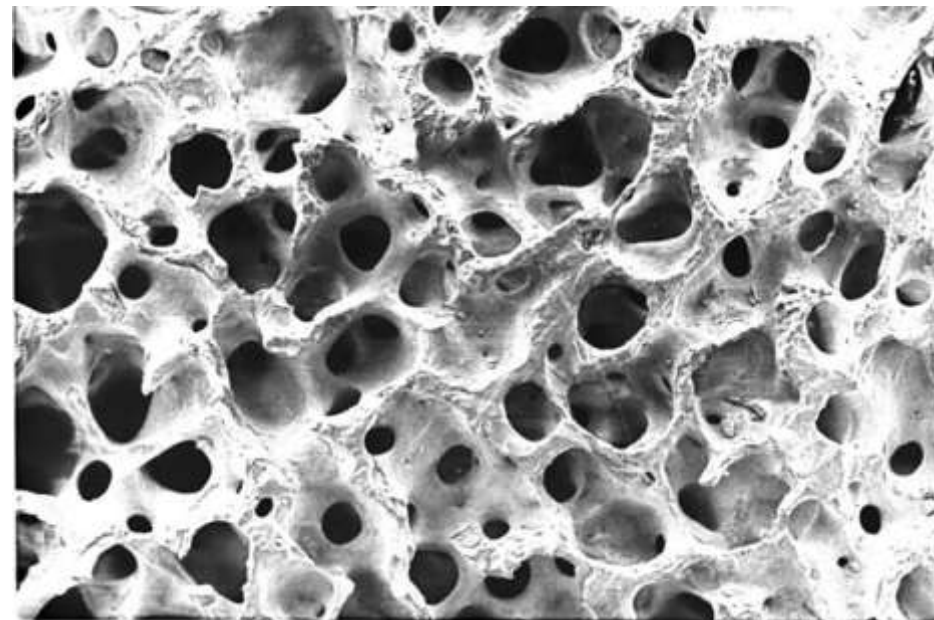
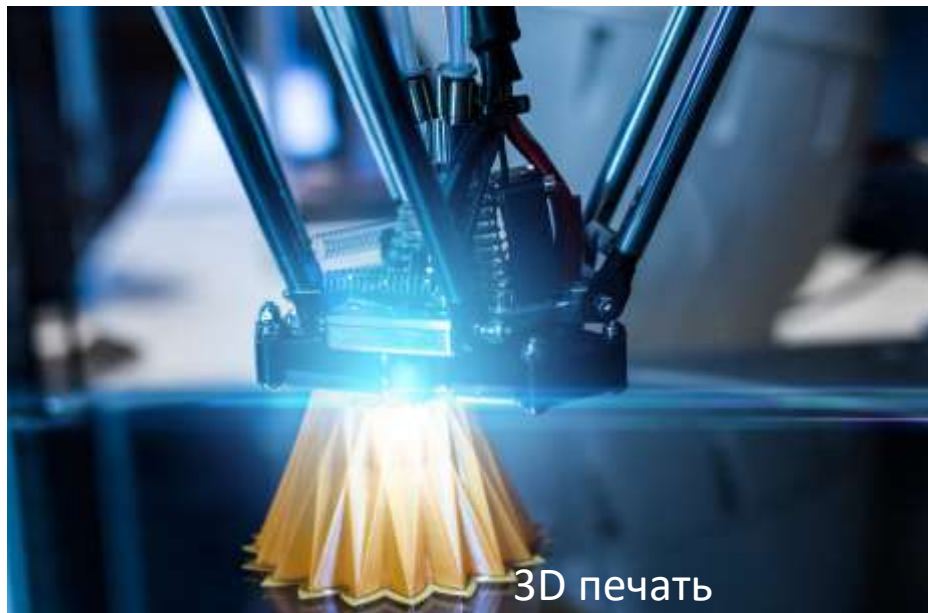
- ФАРМАЦЕВТИКА
- ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИЦИНА
- ГЕНОМИКА
- ...



МАТЕРИАЛЫ

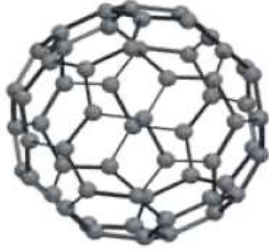


НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ



- ПЛАСТИКИ
- МЕТАЛЛЫ
- КЕРАМИКИ

0d

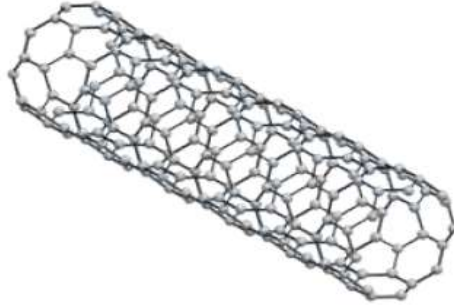


Фуллерены

Robert F. Curl
Harold W. Kroto
Richard E Smalley
1985
Nobel prize 1996

Нанопорошки,
нанокристаллы,
квантовые точки

1d

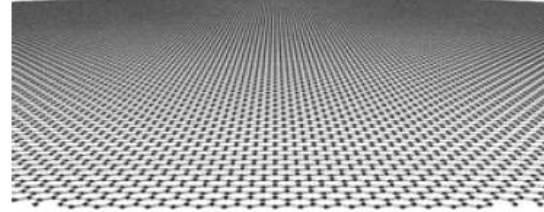


Углеродные Нанотрубки

Multi-wall 1991
Single-wall 1993

Нанотрубки,
нано волокна,
наноагрегаты и
нано проволоки

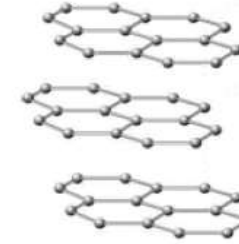
2d



Графен

Пленки и покрытия,
нанопечатная
литография,
самособирающиеся
слои

3d



Графит

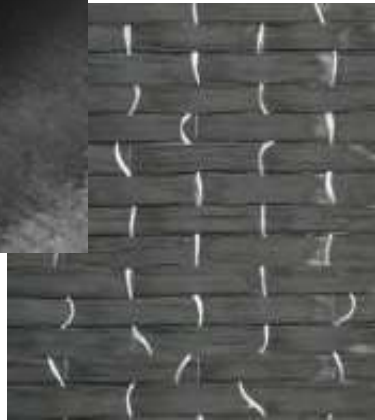
1564
Manchester

Металлы и сплавы с
ультрамелко-
зернистой
структурой,
нанокерамика

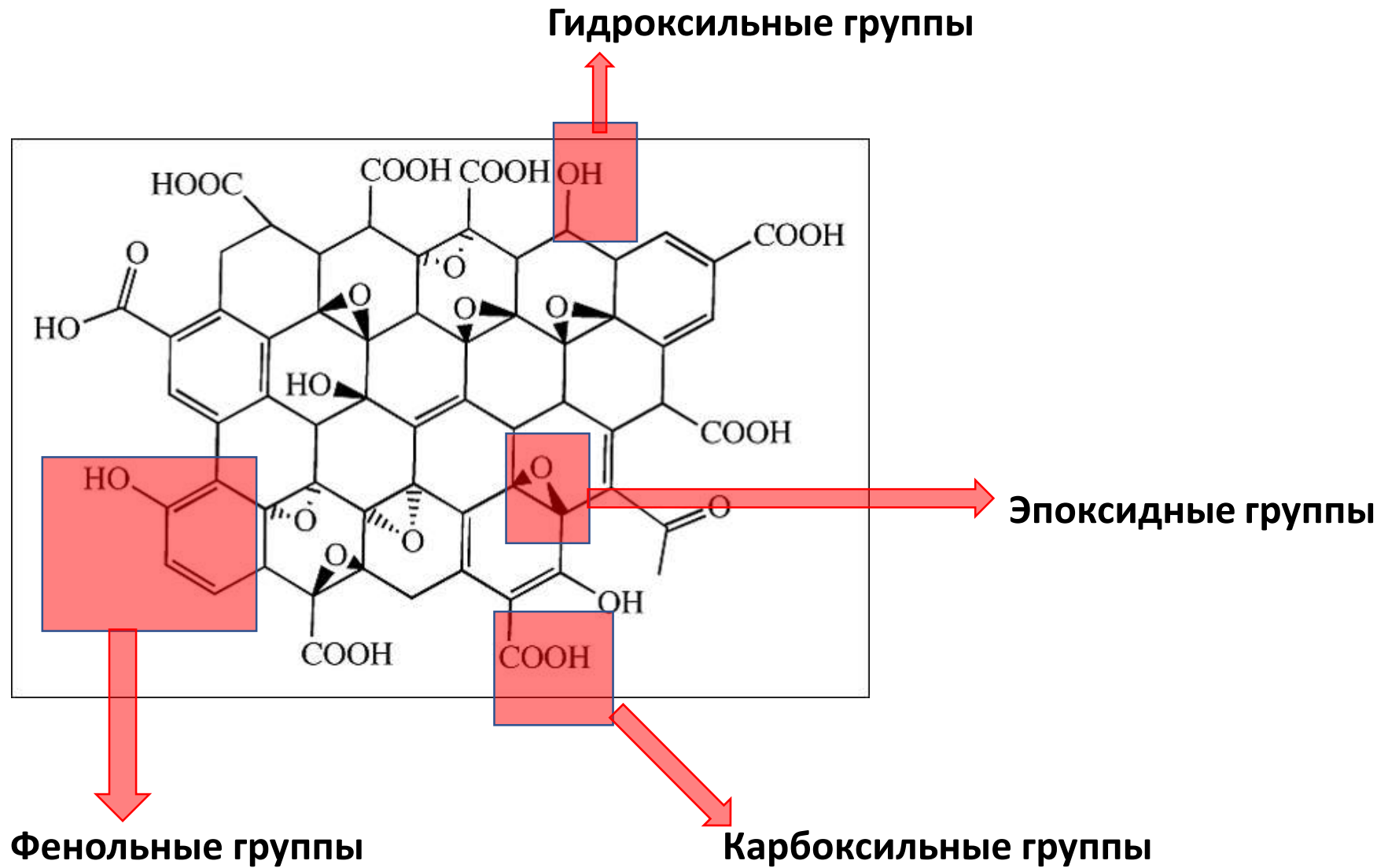
Нанокompозиты: структурированные наночастицы в металлической или полимерной матрице

Супрамолекулярные структуры: ансамбли сложных молекул

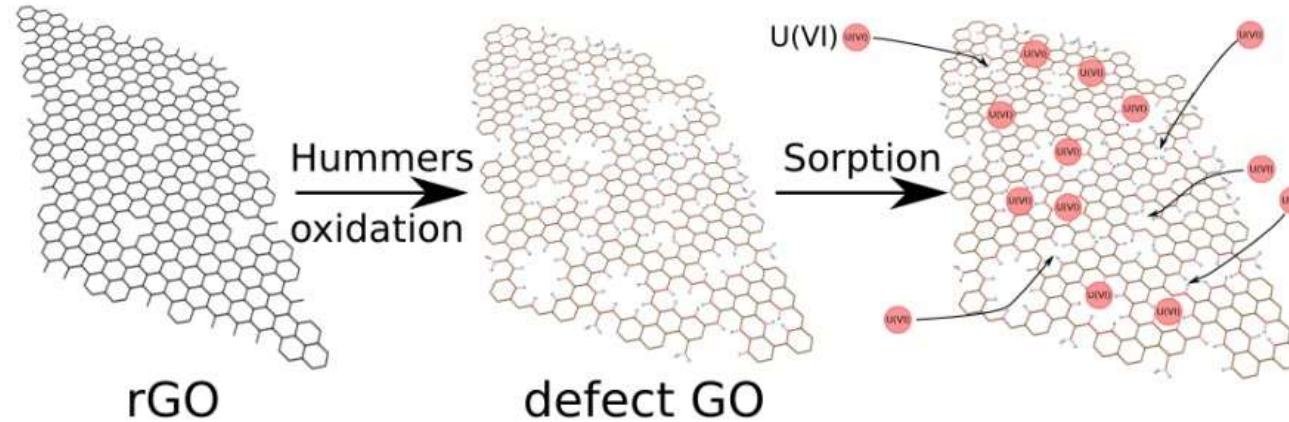
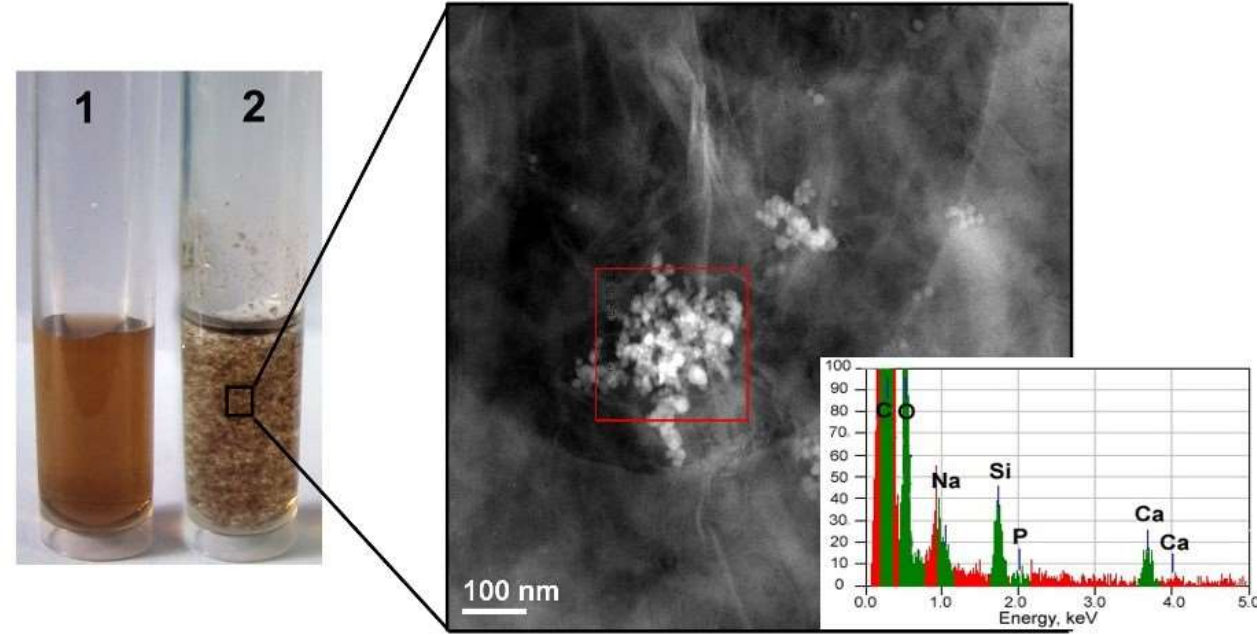
ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЙ



СТРУКТУРА ОКСИДА ГРАФЕНА



УГЛЕРОДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

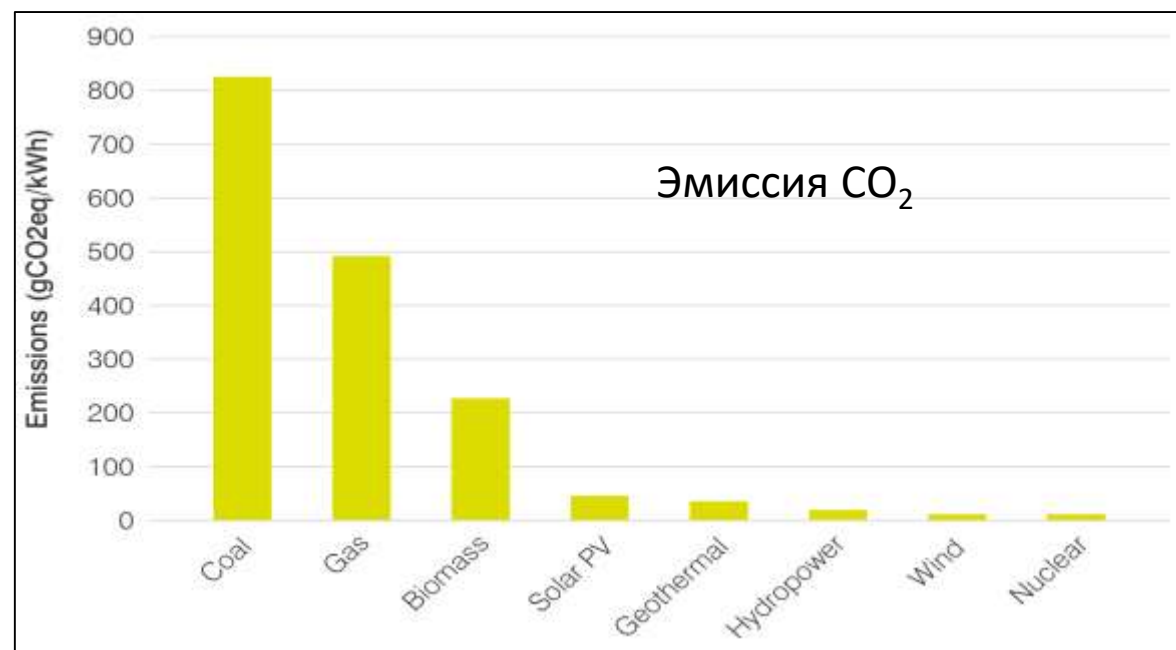
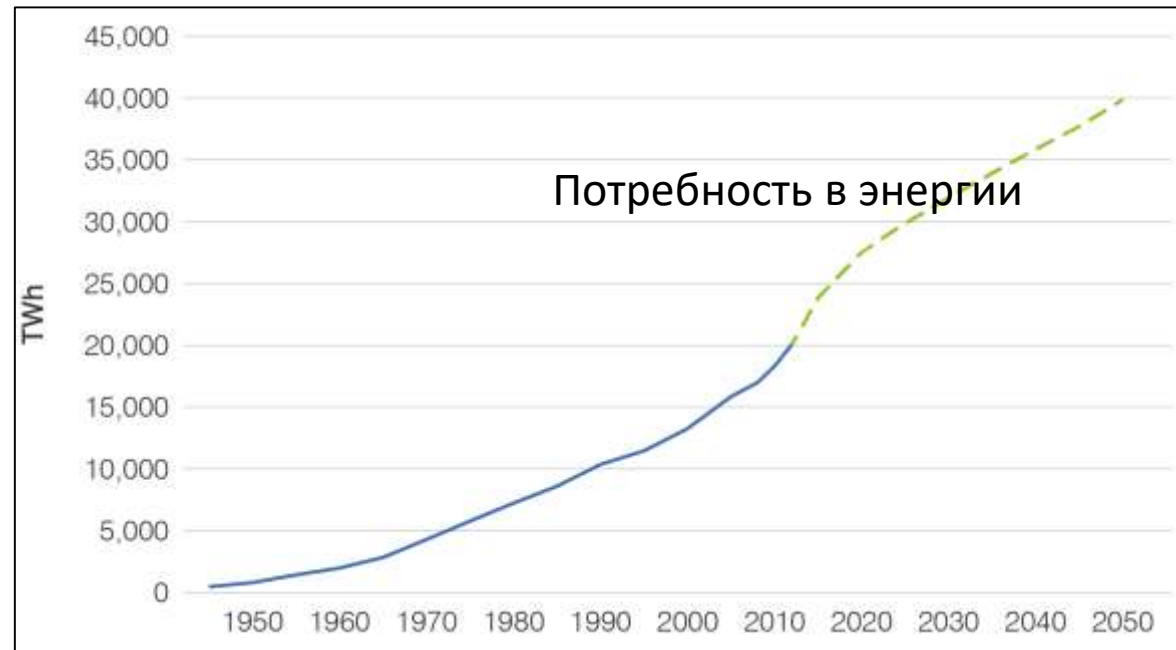
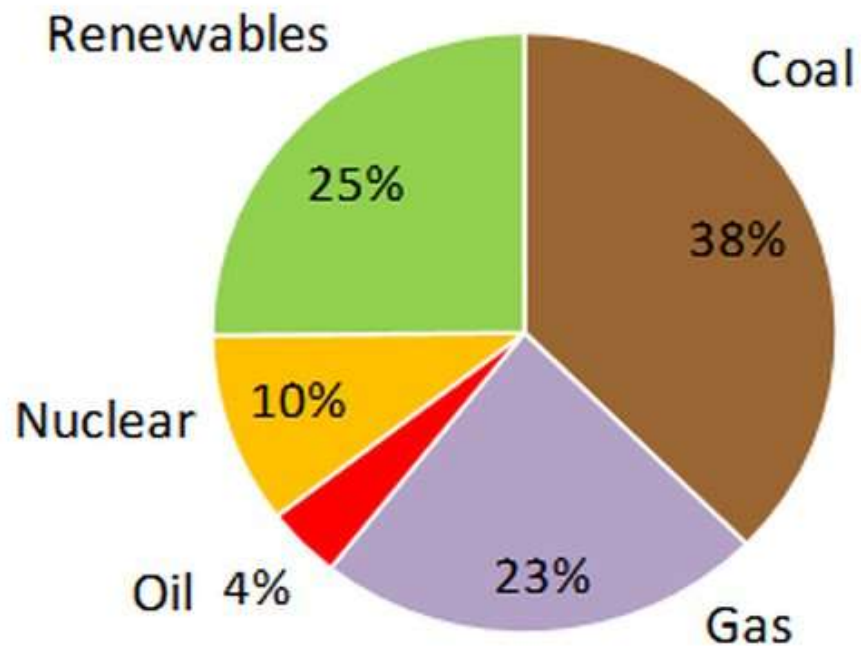


ЭНЕРГЕТИКА



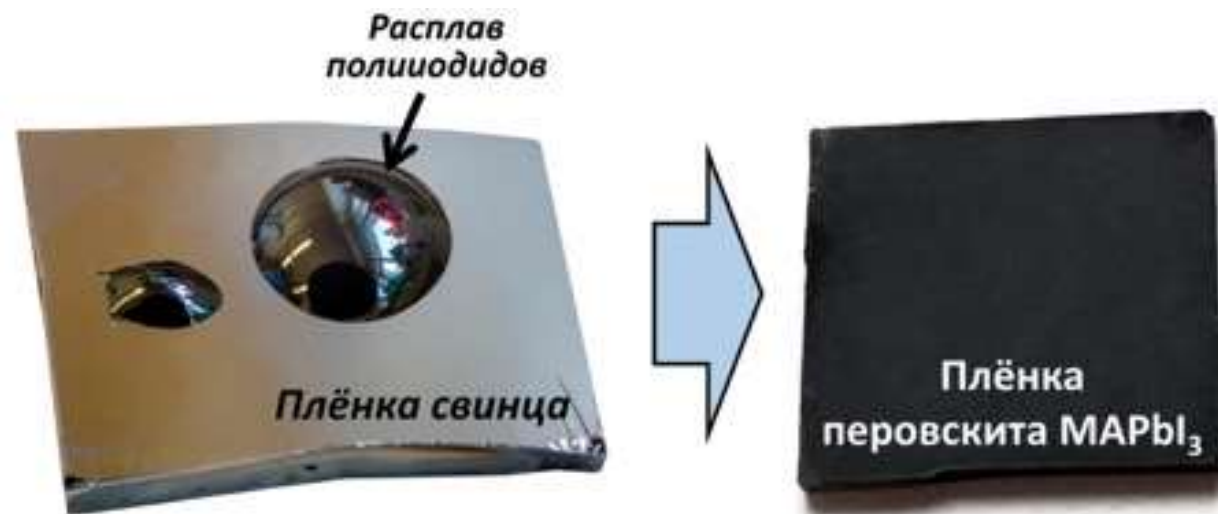
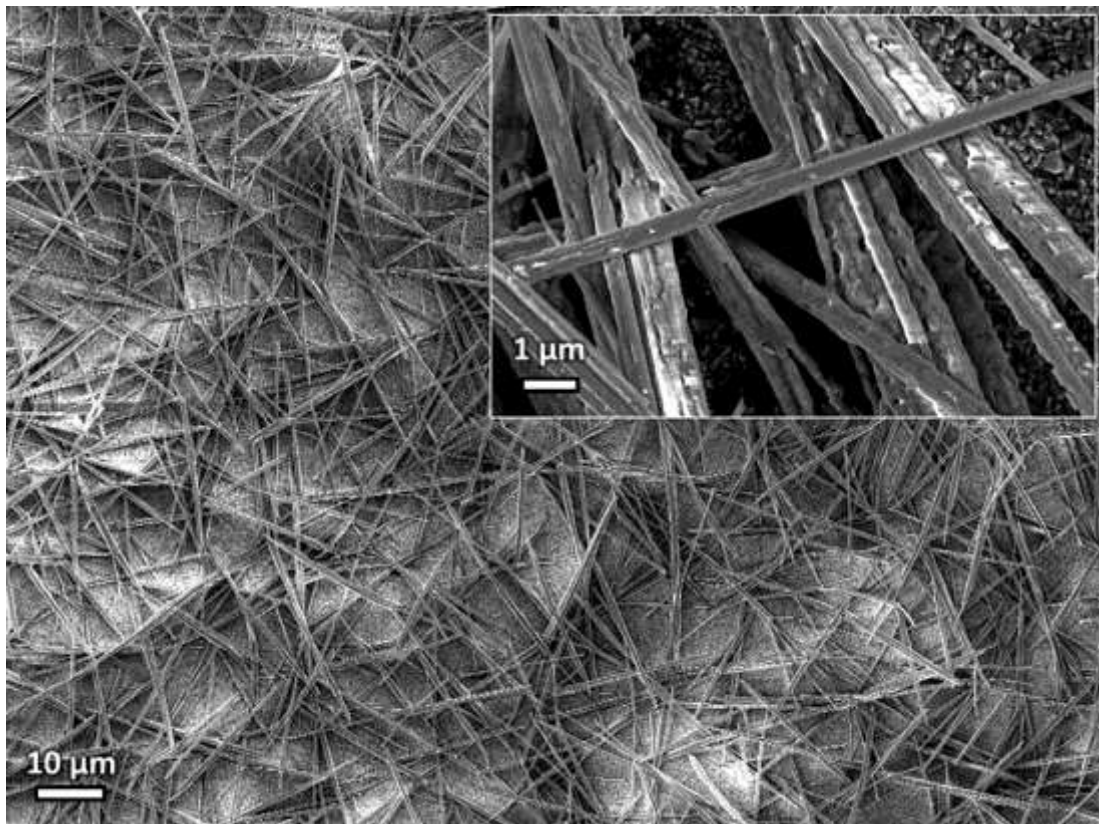
ЭНЕРГЕТИКА

Electricity generation in 2017:
25 570 TWh

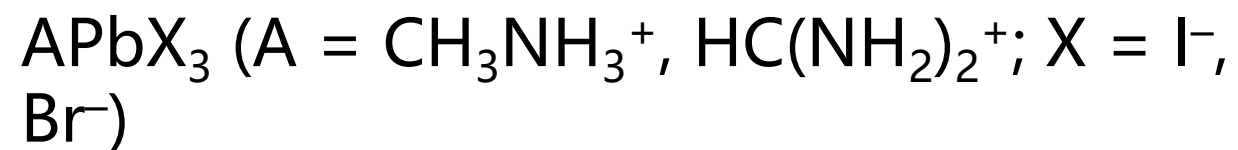




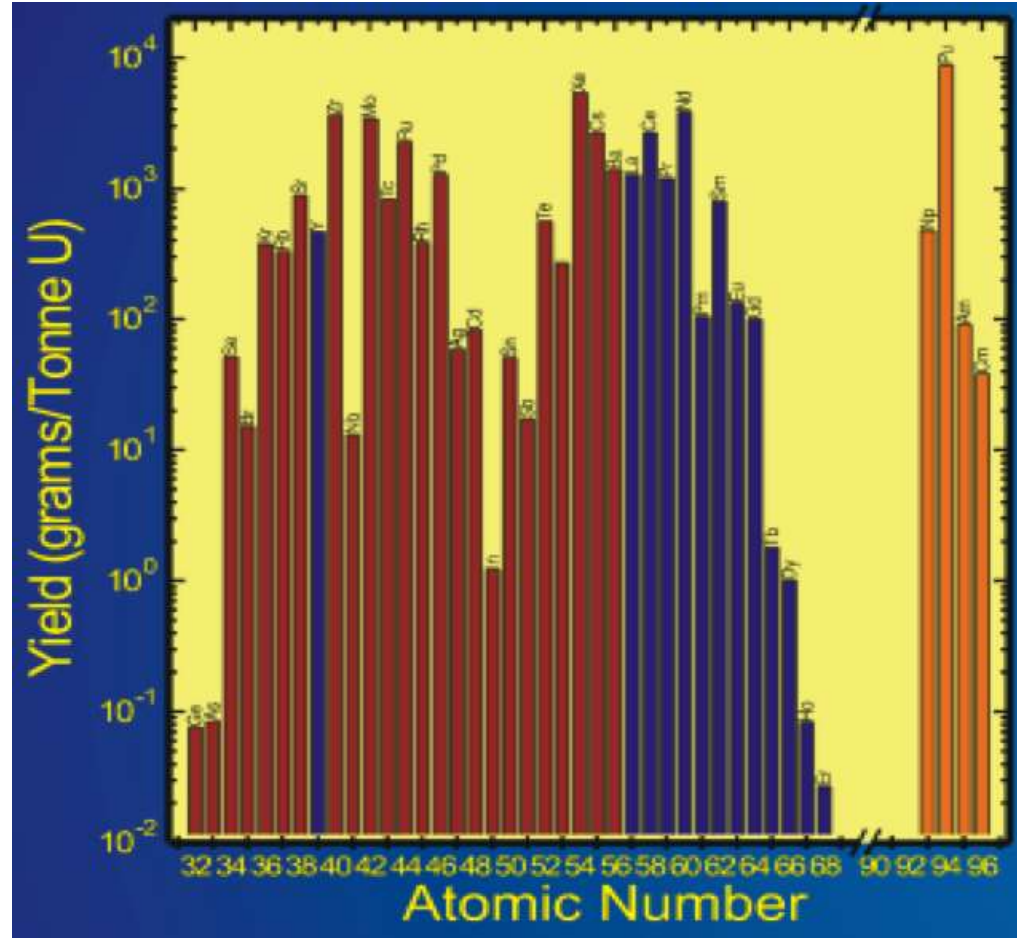
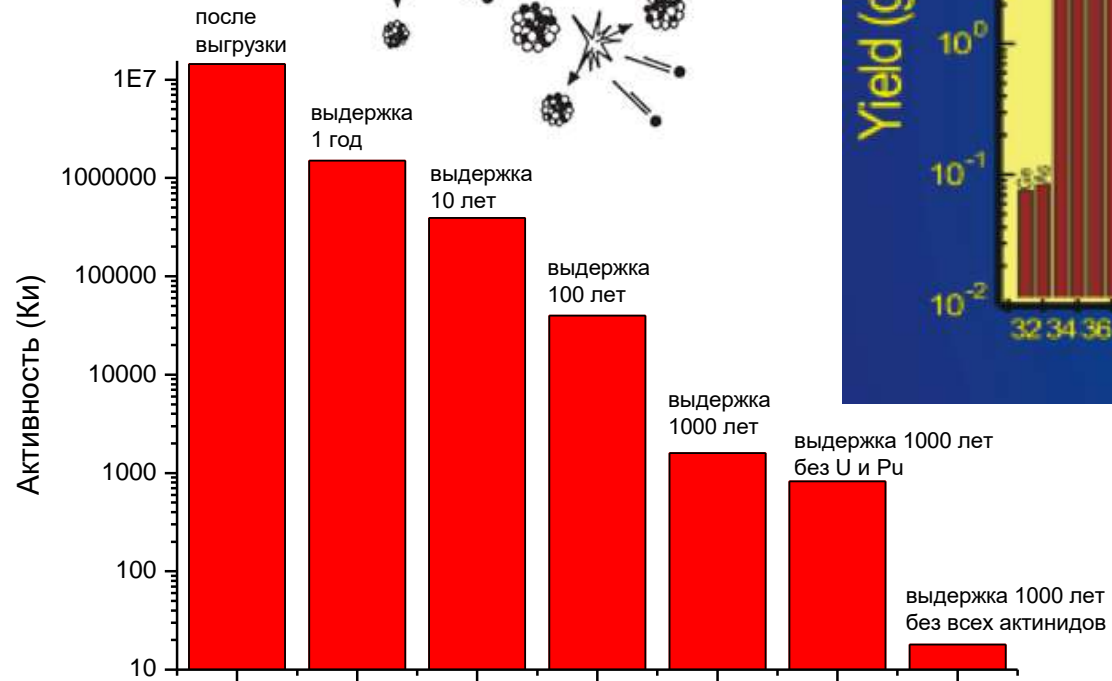
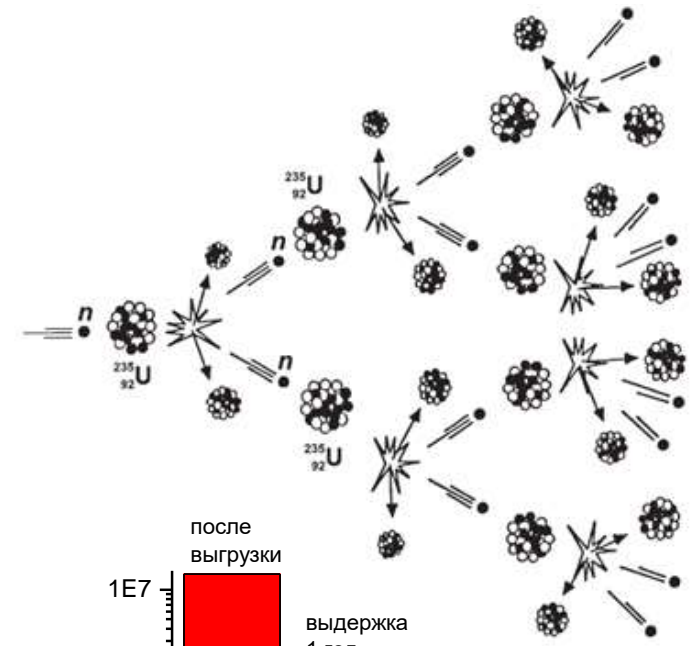
СОЛНЕЧНЫЕ ЯЧЕЙКИ



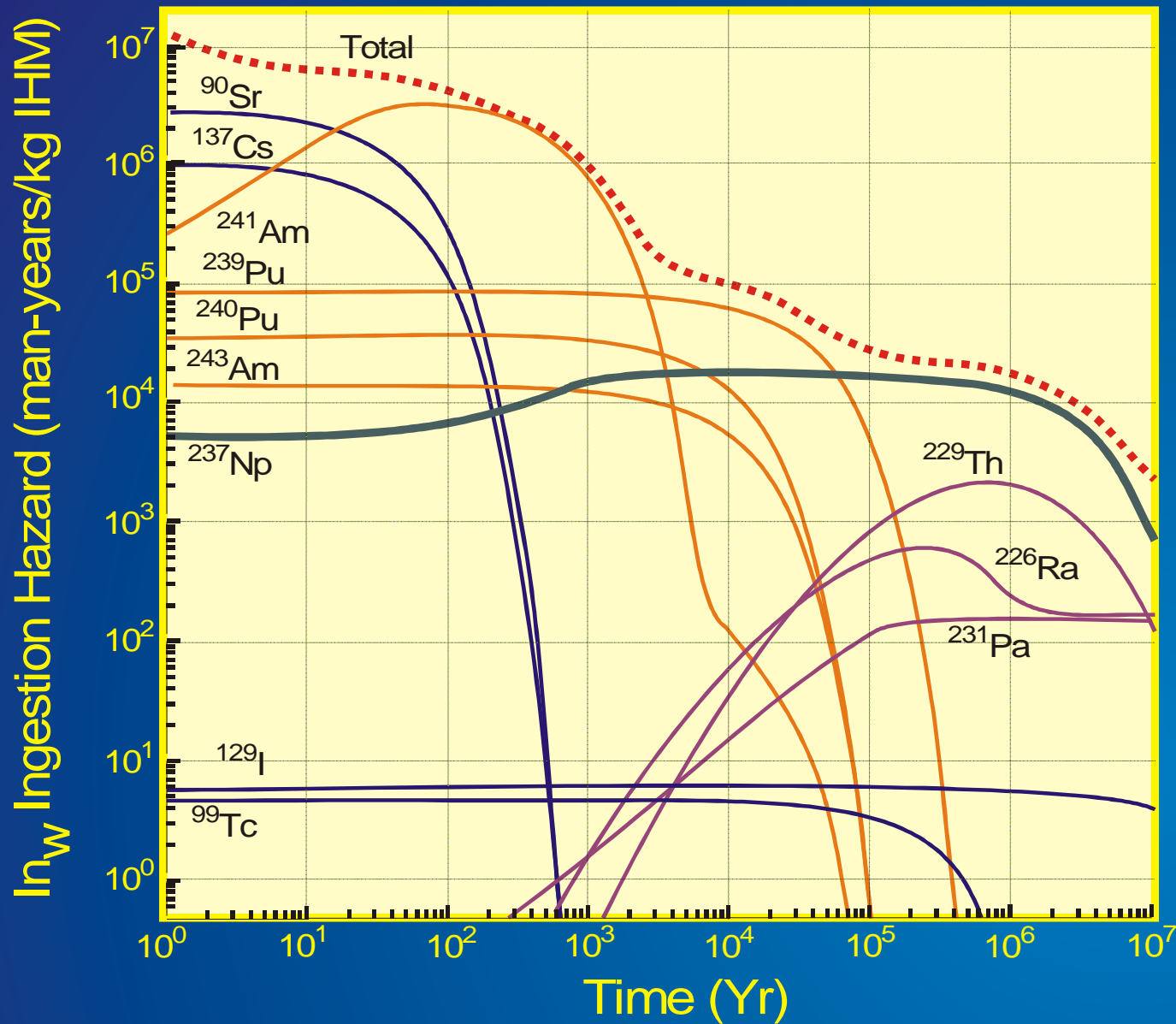
органонеорганических перовскиты:
солнечные батареи, светодиоды, лазеры и
фотодетекторы



Методы разделения в радиохимической технологии

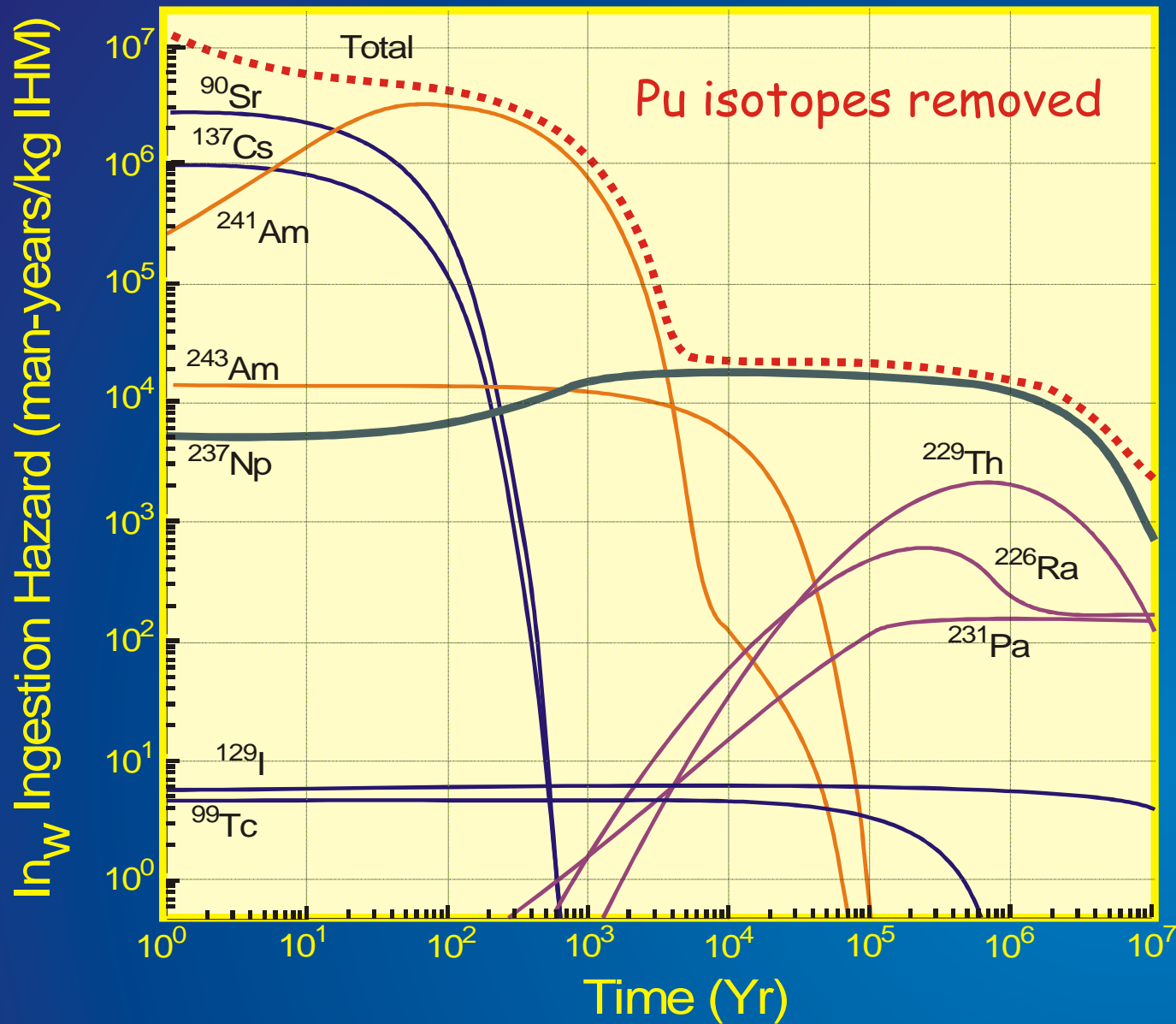


Radiotoxicity as Ingestion Hazard



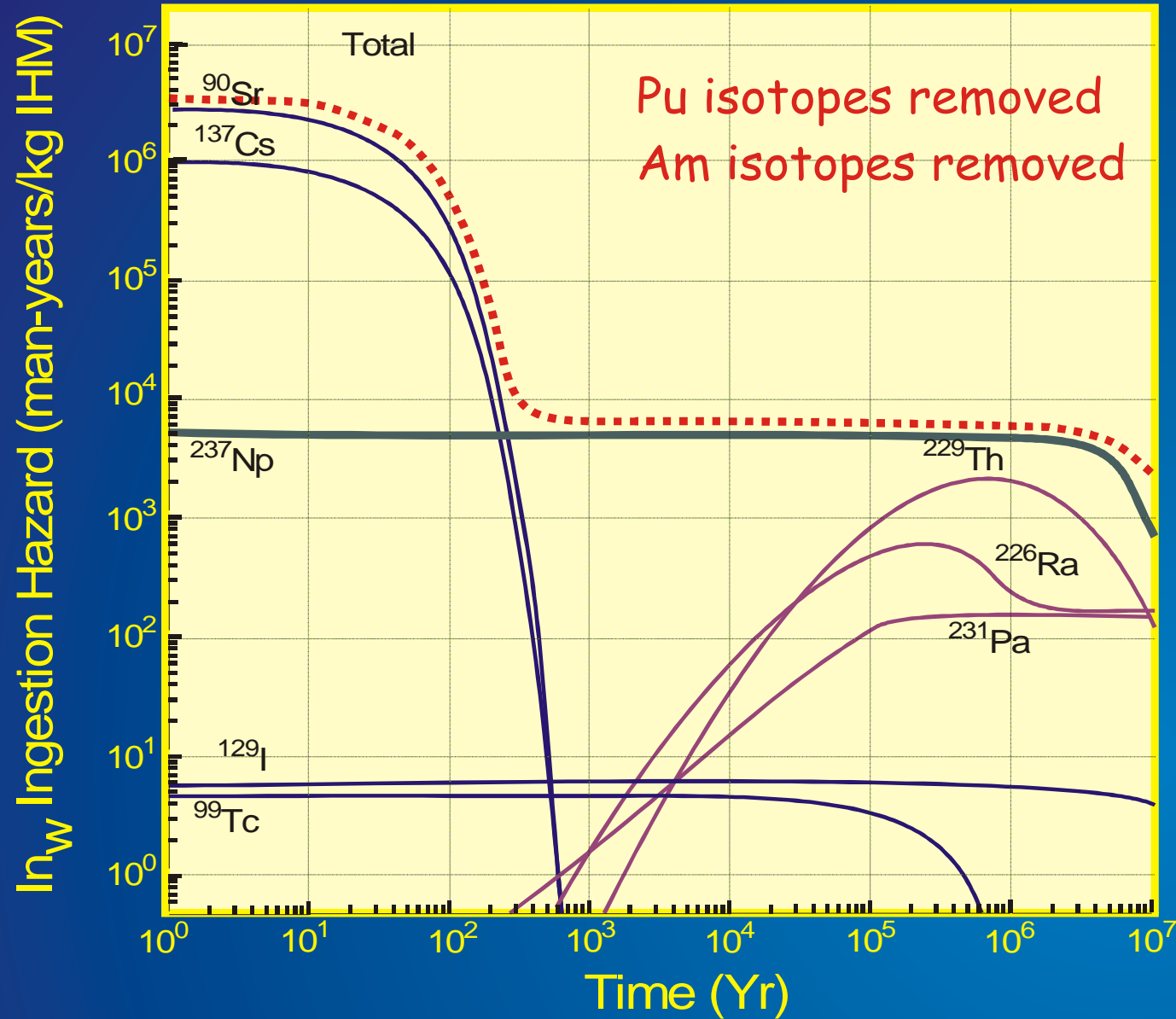
$In_w = A/ALI$ (man-years/kg spent fuel)
where A is activity in Bq and ALI is the Annual Limit for Ingestion)

Radiotoxicity as Ingestion Hazard



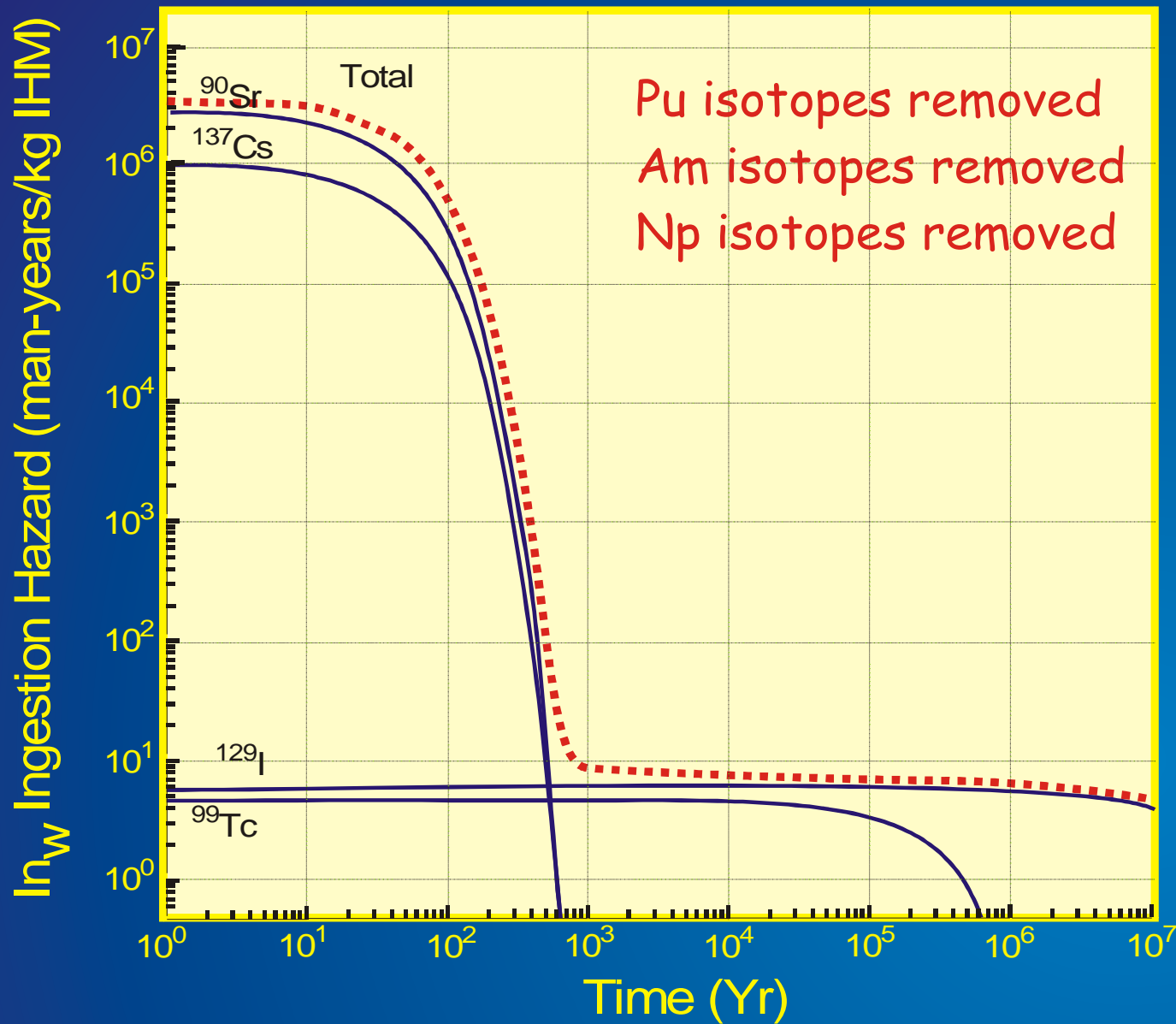
$In_w = A/ALI$ (man-years/kg spent fuel)
where A is activity in Bq and ALI is the Annual Limit for Ingestion)

Radiotoxicity as Ingestion Hazard



$In_w = A/ALI$ (man-years/kg spent fuel)
where A is activity in Bq and ALI is the Annual Limit for Ingestion)

Radiotoxicity as Ingestion Hazard

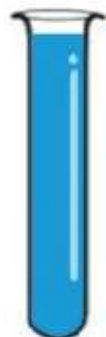


$In_w = A/ALI$ (man-years/kg spent fuel)
where A is activity in Bq and ALI is the Annual Limit for Ingestion)

НАШЕ ЗДОРОВЬЕ



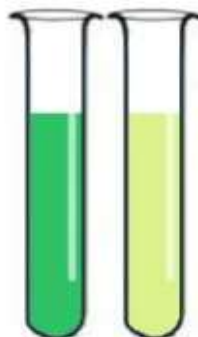
мания



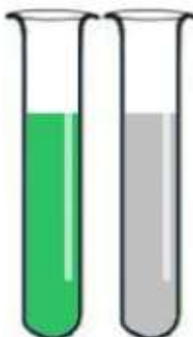
тревога



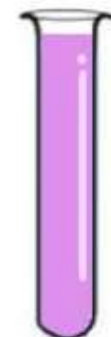
счастье



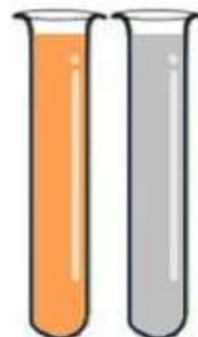
интерес



гнев

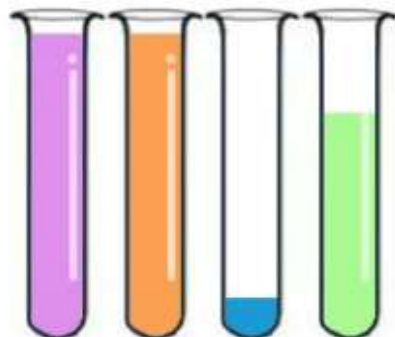


азарт



Зависимость
состояния и
настроения
человека от
гормонального
фона

стресс



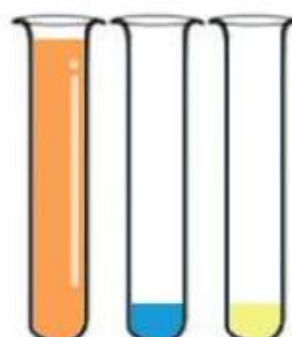
депрессия



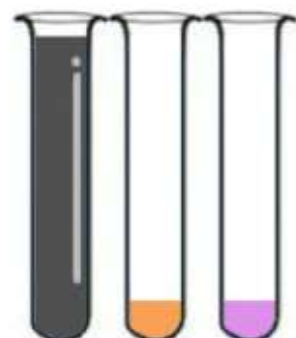
аутизм



страх



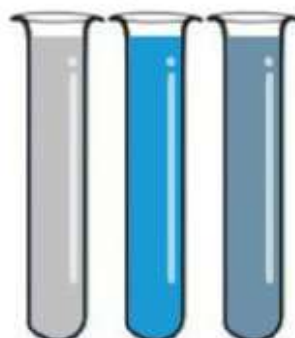
апатия



эйфория



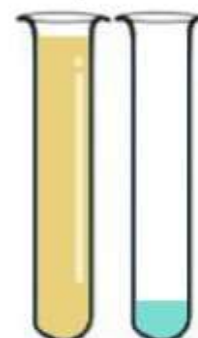
озарение



грусть



раздражение



-  допамин
-  серотонин
-  эндорфин
-  окситоцин
-  норадреналин
-  адреналин
-  эстрадиол
-  тестостерон
-  фенилэтиламин
-  мелатонин
-  вазопрессин
-  прогестерон
-  пролактин
-  ацетилхолин
-  тироксин

АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ

Спектрофотометр



Спектрофлуориметр

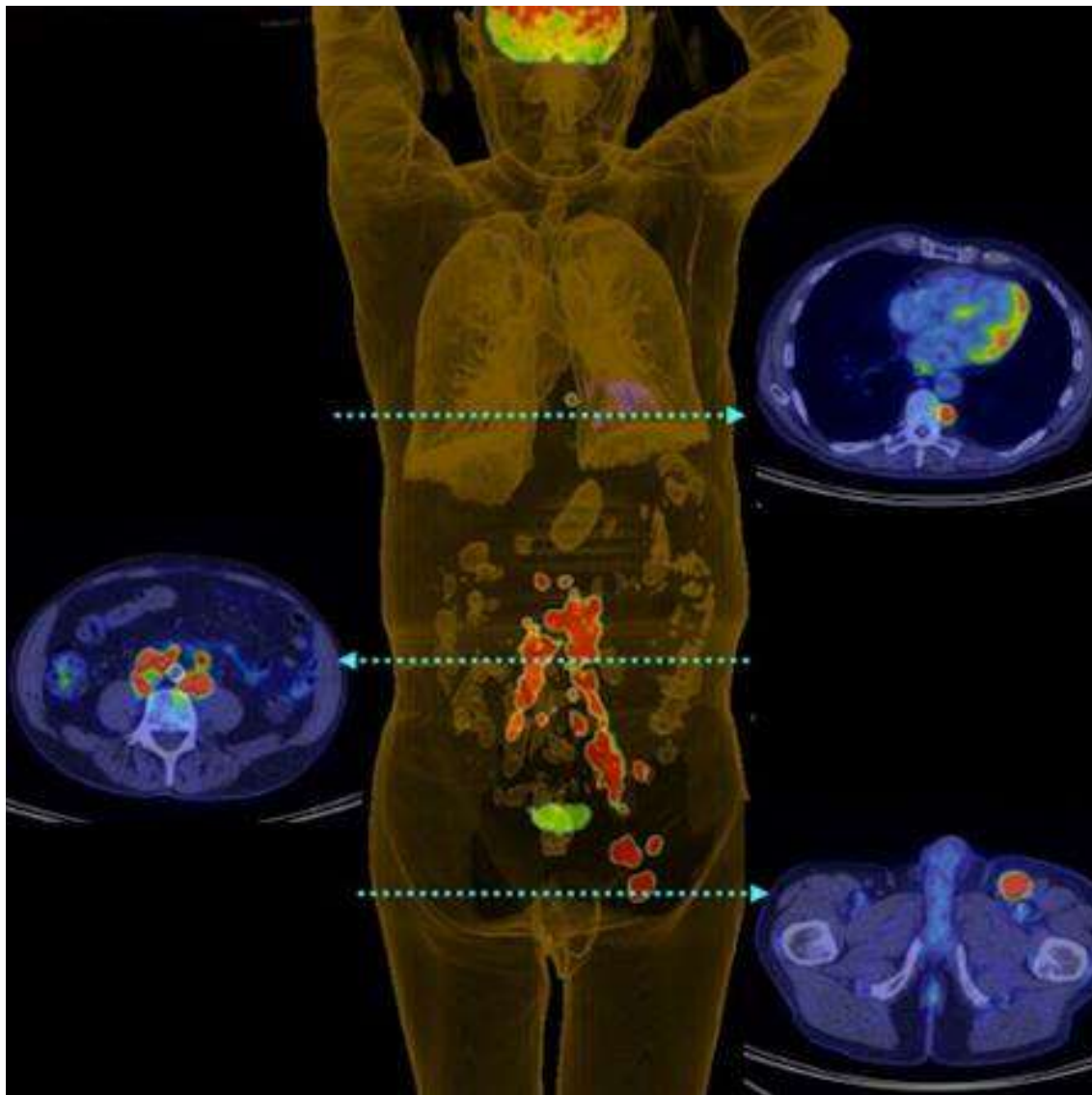
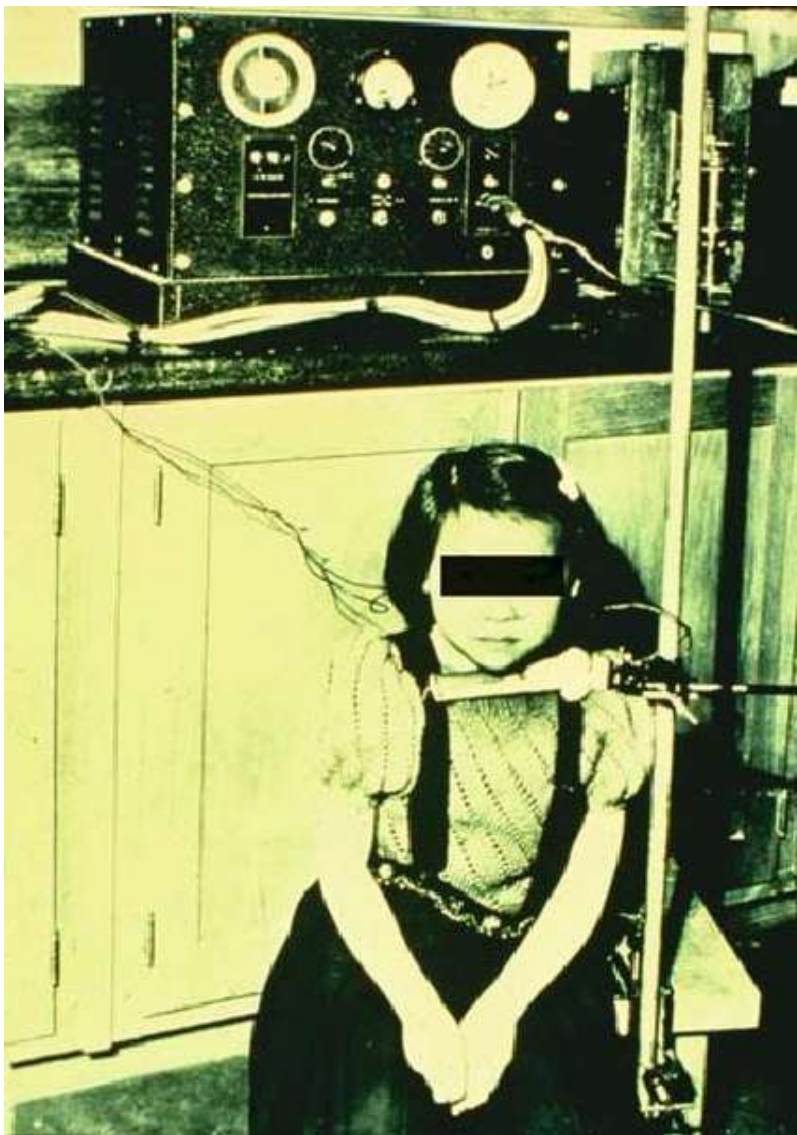


Рамановский спектрометр



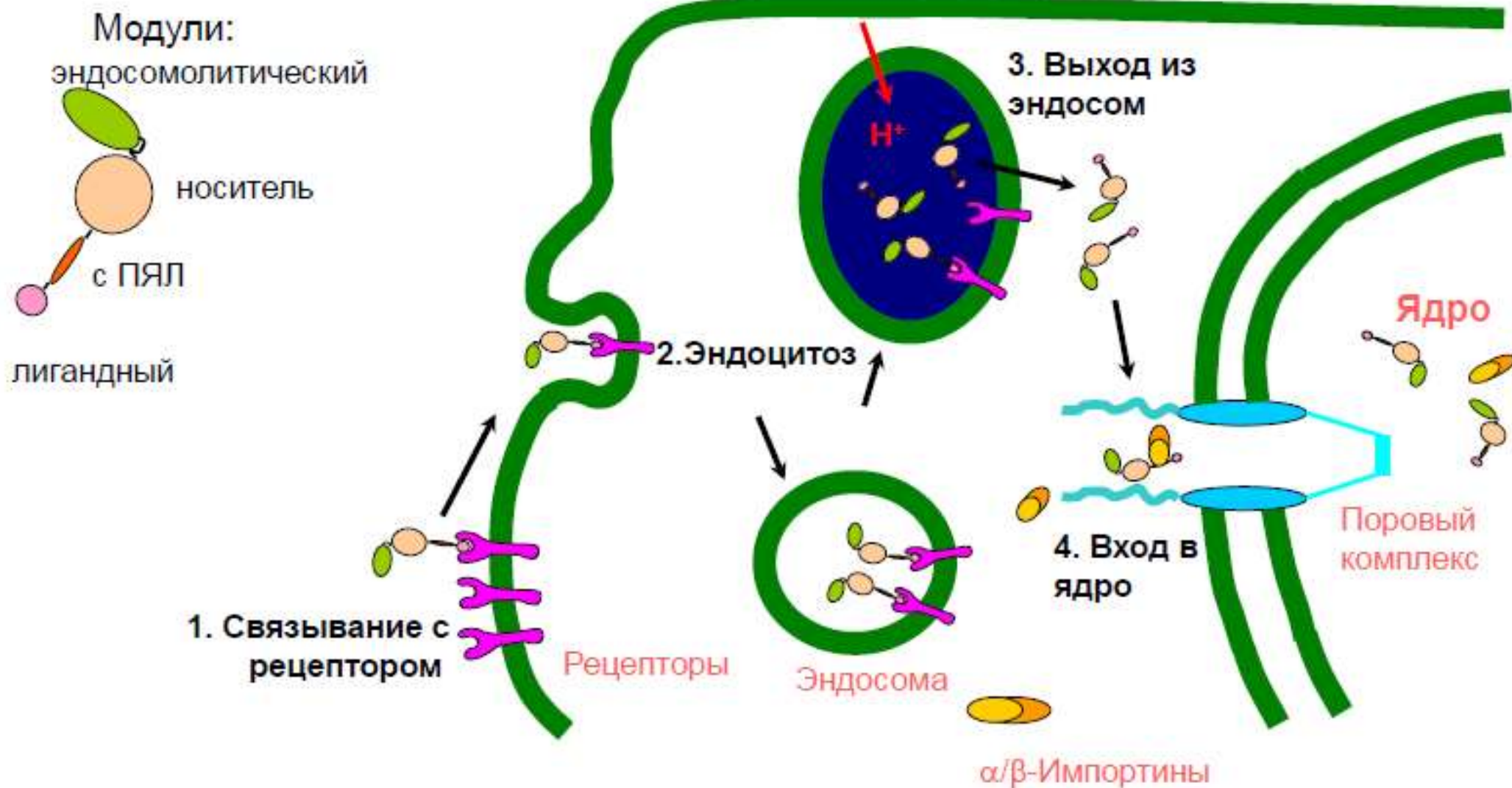
И это тоже
оптический прибор!





PET/CT scan in patient with merkel cell carcinoma (^{18}F -дизоксиглюкоза)

Модульные нанотранспортеры и их модули





НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
"КУРЧАТОВСКИЙ
ИНСТИТУТ"



ЦЕНТР РАЗВИТИЯ
ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ



eclipse HP



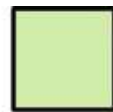
Ядерная медицина

1												13						14	15	16	17	18
1.01 H 1												10.81 B 5	12.01 C 6	14.00 N 7	15.99 O 8	19.00 F 9	20.18 Ne 10					
6.97 Li 3	9.01 Be 4											26.98 Al 13	28.08 Si 14	30.97 P 15	32.07 S 16	32.45 Cl 17	39.95 Ar 18					
22.99 Na 11	24.30 Mg 12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	69.72 Ga 31	72.63 Ge 32	74.92 As 33	78.97 Se 34	79.91 Br 35	83.80 Kr 36					
39.10 K 19	40.08 Ca 20	44.96 Sc 21	47.87 Ti 22	50.94 V 23	52.00 Cr 24	54.94 Mn 25	55.85 Fe 26	58.93 Co 27	58.69 Ni 28	63.55 Cu 29	65.38 Zn 30	114.8 In 49	118.7 Sn 50	121.8 Sb 51	127.6 Te 52	126.9 I 53	131.3 Xe 54					
85.47 Rb 37	87.62 Sr 38	88.91 Y 39	91.22 Zr 40	92.91 Nb 41	95.95 Mo 42	101.1 Tc 43	102.9 Ru 44	106.4 Rh 45	106.4 Pd 46	107.9 Ag 47	112.4 Cd 48	204.4 Tl 81	207.2 Pb 82	209.0 Bi 83	212.0 Po 84	210.0 At 85	222.0 Rn 86					
132.9 Cs 55	137.3 Ba 56	57-71	178.5 Hf 72	180.9 Ta 73	183.8 W 74	186.2 Re 75	190.2 Os 76	192.2 Ir 77	195.1 Pt 78	197.0 Au 79	200.6 Hg 80	204.4 Tl 81	207.2 Pb 82	209.0 Bi 83	212.0 Po 84	210.0 At 85	222.0 Rn 86					
Fr 87	Ra 88	89-103	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Cn 112	Nh 113	Fl 114	Mc 115	Lv 116	Ts 117	Og 118					

138.9 La 57	140.1 Ce 58	140.9 Pr 59	144.2 Nd 60	Pm 61	150.4 Sm 62	152.0 Eu 63	157.3 Gd 64	158.9 Tb 65	162.5 Dy 66	164.9 Ho 67	167.3 Er 68	168.9 Tm 69	173.0 Yb 70	175.0 Lu 71
Ac 89	232.0 Th 90	231.0 Pa 91	238.0 U 92	237.0 Np 93	239.0 Pu 94	244.1 Am 95	247.0 Cm 96	247.0 Bk 97	251.0 Cf 98	252.0 Es 99	257.1 Fm 100	261.1 Md 101	265.1 No 102	269.1 Lr 103



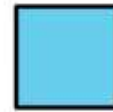
β^- therapy



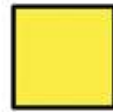
γ imaging



α therapy



β^+ imaging



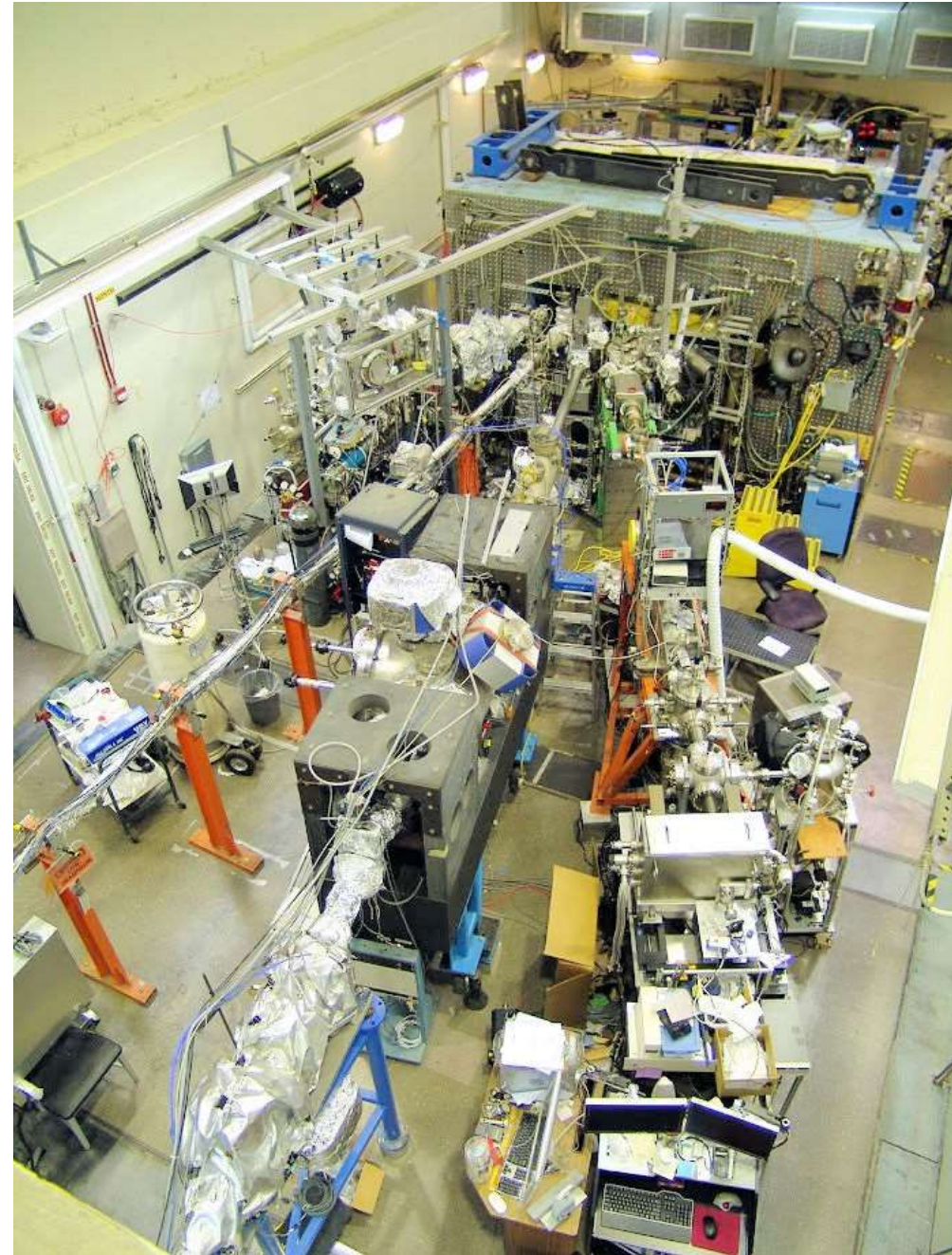
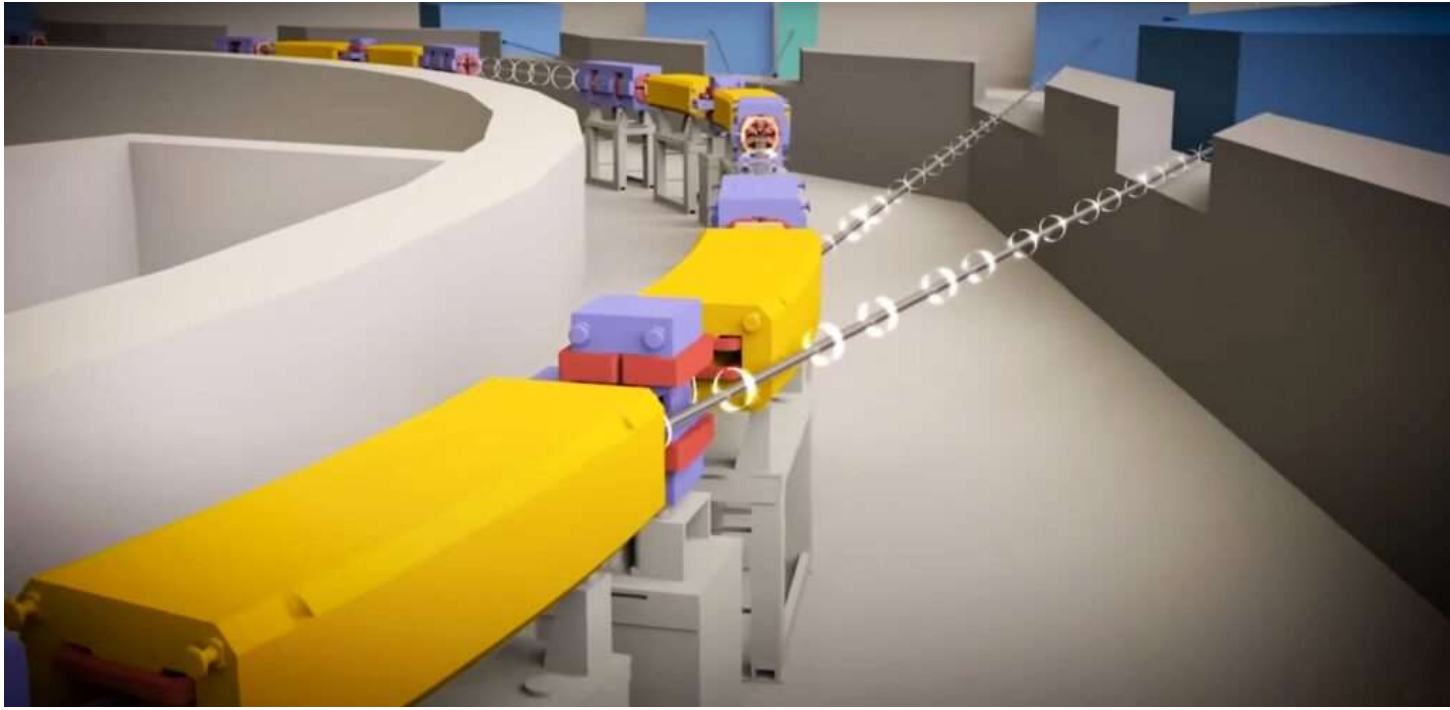
mixed

УСТАНОВКИ МЕГАСАЙНС КЛАССА В РОССИИ



УСТАНОВКИ МЕГА-САЙНС КЛАССА







ХИМ
ФАК
МГУ

КТО МЫ ?

1200 студентов

300 аспирантов

600+ научных сотрудников

300+ преподавателей

800 вспомогательный персонал и службы

6 корпусов

18 кафедр

91 лаборатория

Всего около 3500 человек

11 член-корреспондентов РАН

12 академиков РАН

ГДЕ И КАК ДЕЛАЕТСЯ НАУКА

- Аналитической химии
- Коллоидной химии
- Неорганической химии
- Органической химии
- Физической химии
- Химии нефти и органического катализа
- Химической кинетики
- Химической энзимологии
- Электрохимии
- Высокомолекулярных соединений
- Лазерной химии
- Общей химии
- Радиохимии
- Медицинской химии и тонкого органического синтеза
- Химии природных соединений
- Химической технологии и новых материалов



Студенческая жизнь

Учиться, учиться и учиться

Курсовые работы - начало научной работы - статьи - проекты для молодых ученых

- Спорт



- Выступления, интеллектуальные игры и конкурсы
Капустники, экватор, посвят, КВН, ...



- Карьерные форумы



День химика

Вторая суббота мая



СПАСИБО!

