

$\beta$ -РАСПАД  
СИЛЬНОИОНИЗОВАННЫХ  
ЯДЕР

Д.Е.Ланской

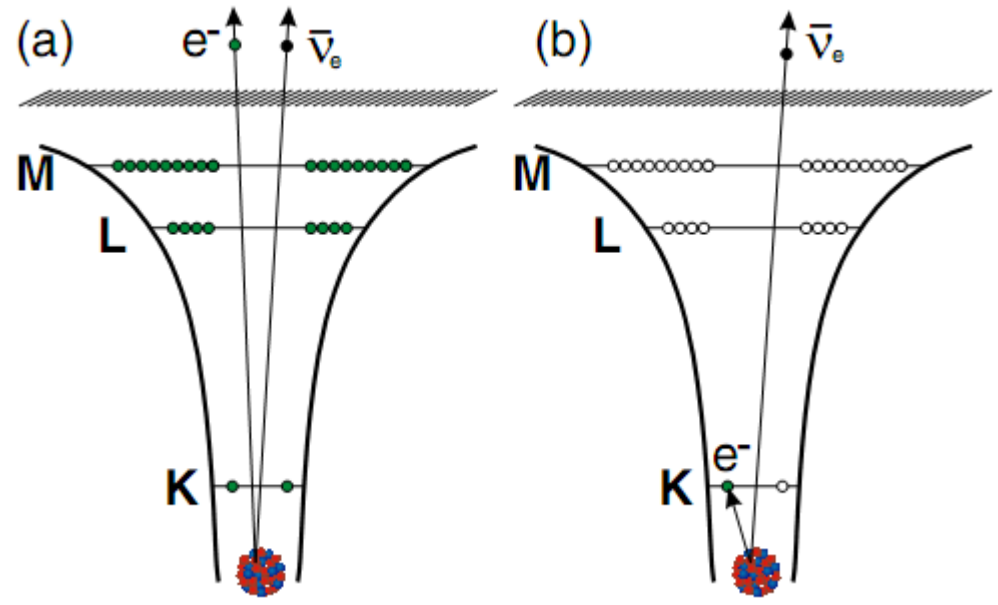
*Семинар НИИЯФ, 20 декабря 2016*

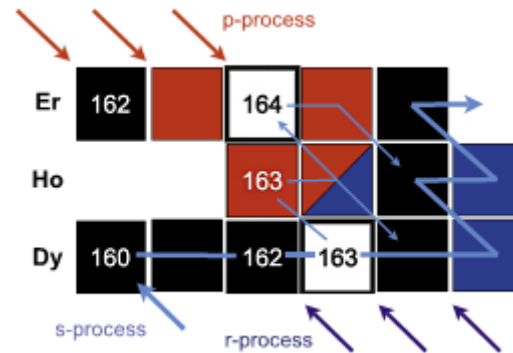
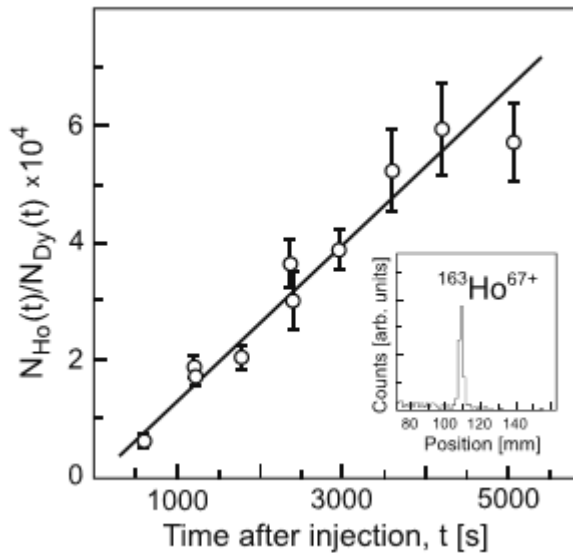
# Энергия $\beta^-$ -распада

$$Q_c = B(^A(Z+1)) - B(^AZ) + M_n - M_p - m_e$$

$Z=66$                        $Z=67$   
 $^{163}\text{Dy} \leftarrow ^{163}\text{Ho}$   
 e-захват,  $T_{1/2} = 4.6 \cdot 10^3$  лет  
 $Q_c = -2.6$  кэВ  
 $5/2^-$                        $7/2^-$

$^{163}\text{Dy}^{66+} \rightarrow ^{163}\text{Ho}^{66+} + \tilde{\nu}_e$   
 $Q_b = Q_c + S_e - \Delta B_e = 52$  кэВ  
 $T_{1/2} = 47 \pm 5$  дней  
 Jung et al., Phys.Rev.Lett. 69(1992)2164



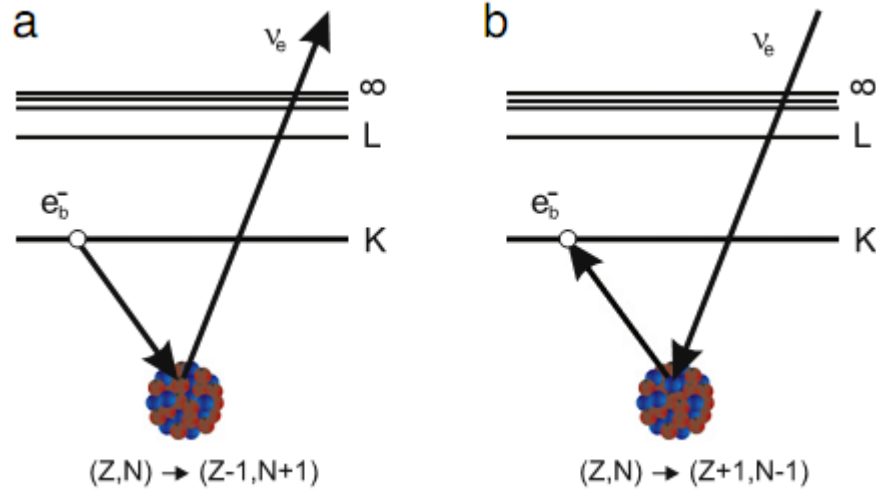


$$m_\nu < 410 \text{ eV}$$

GSI - Gesellschaft für Schwerionenforschung,  
 c 2008 – GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung  
 Darmstadt (Vixhausen), Deutschland

Yu.Litvinov, F.Bosch. Beta decay of highly charged ions.  
 Rep.Prog.Phys. 74(2011)016301.

F.Bosch, Yu.Litvinov, T.Stoehlker. Nuclear physics with unstable  
 ions at storage rings. Prog.Part.Nucl.Phys. 73(2013)84.



$\beta$ -распад на связанное состояние

R.Daudel, M.Jean, M.Lecoin. J.Phys.Radium, 8(1947)238.

J.N.Bahcall. Phys.Rev. 124(1961)495.

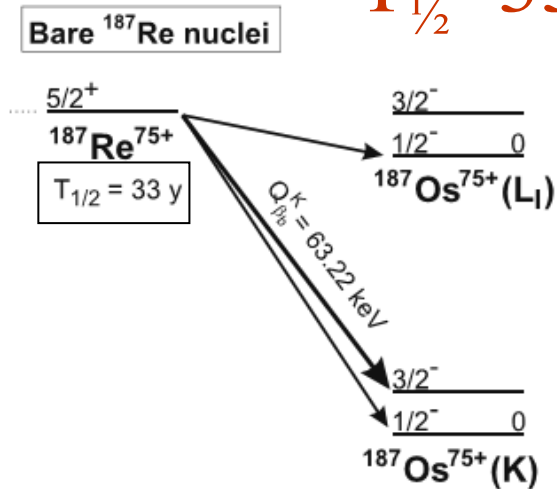
Доля распадов на связанное состояние

$n \rightarrow (pe) + \nu_e$  --- теория  $\sim 10^{-6}$ , эксперимент  $< 3 \cdot 10^{-2}$

${}^3\text{H} \rightarrow ({}^3\text{He } e) + \nu_e$  --- теория  $\sim 10^{-3}$

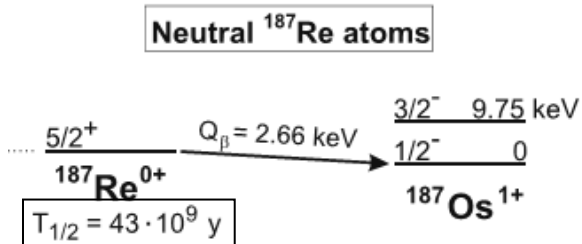
# Ядерные космические часы (?!)

$T_{1/2} = 33 \pm 2$  года



К. Takahashi, К. Yokoi, Nucl. Phys. A404(1983)375: время жизни ионизованного рения будет на много порядков отличаться от времени жизни нейтрального (~14 лет)

Эксперимент: F. Bosch et al., Phys. Rev. Lett. 77(1996)5190



$T_{1/2} = 43 \cdot 10^9$  лет

Возраст нашей галактики  $(14 \pm 2) \cdot 10^9$  лет (Takahashi, 1997)

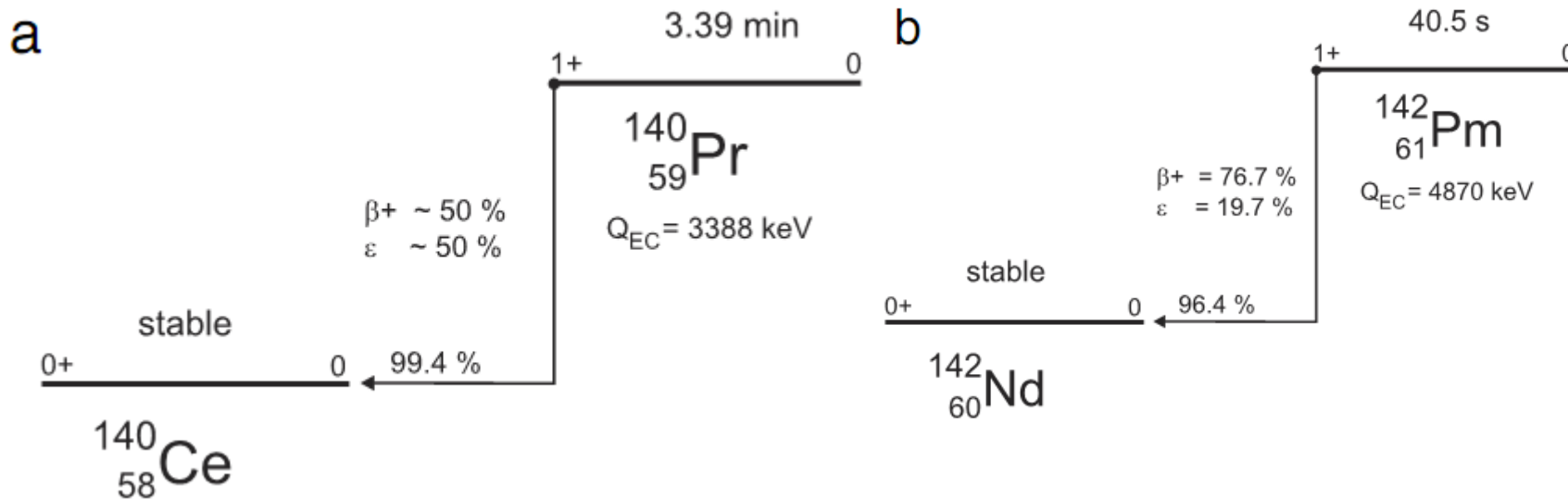


$$Q = 1.4 \text{ MeV}$$

$$\lambda(\text{bound})/\lambda(\text{cont}) = 0.188 \pm 0.018$$

T.Ohtsubo et al., Phys.Rev.Lett. 95(2005)052501

# Электронный захват в многозарядных ионах



Litvinov et al., Phys.Rev.Lett. 99(2007)262501

Ion	$\lambda_{\beta^+} (s^{-1})$	$\lambda_{EC} (s^{-1})$
$^{140}\text{Pr}^{58+}$	0.001 61(10)	0.002 19(6)
$^{140}\text{Pr}^{57+}$	0.001 54(11)	0.001 47(7)
$^{140}\text{Pr}^{0+}$	0.001 74(5)	0.001 65(5)

Водородоподобный ион

$^{140}\text{Pr}^{58+}$

основное состояние  $F=1/2$

Гелиеподобный ион  $^{140}\text{Pr}^{57+}$

момент  $F=1$

$$|1(1/2\ 1/2; 0)1\rangle = \sqrt{2/3} |(1\ 1/2; 3/2)1/2; 1\rangle - \sqrt{1/3} |(1\ 1/2; 1/2)1/2; 1\rangle$$

## Легчайшее $\Lambda$ -гиперядро

${}^3_{\Lambda}\text{H}$  (p+n+ $\Lambda$ ),  $1/2^+$ ,  $B_{\Lambda}=0.13$  МэВ

Существует ли  ${}^4_{\Lambda\Lambda}\text{H}$  (p+n+ $\Lambda$ + $\Lambda$ )?!

$$|1(1/2\ 1/2:0)1\rangle = \sqrt{2/3}|(1\ 1/2:3/2)1/2:1\rangle - \sqrt{1/3}|(1\ 1/2:1/2)1/2:1\rangle$$

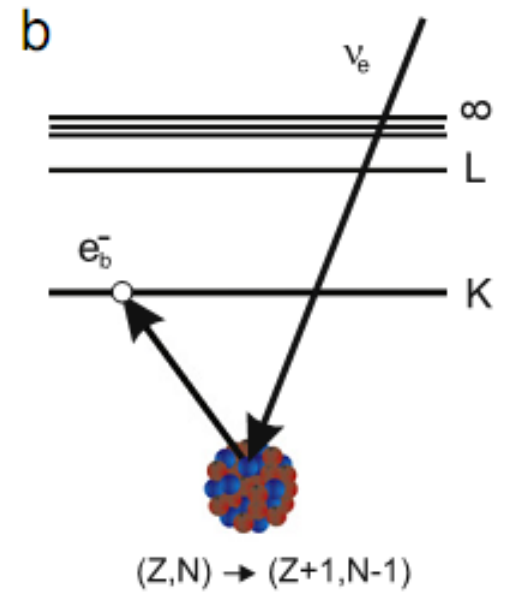
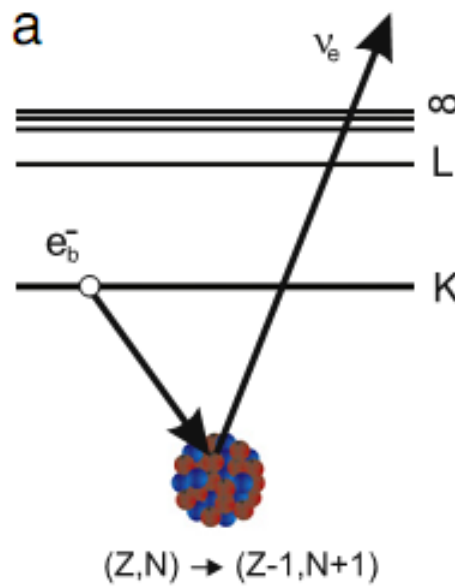
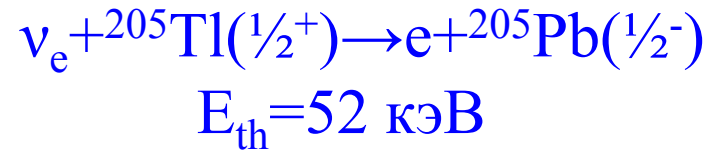
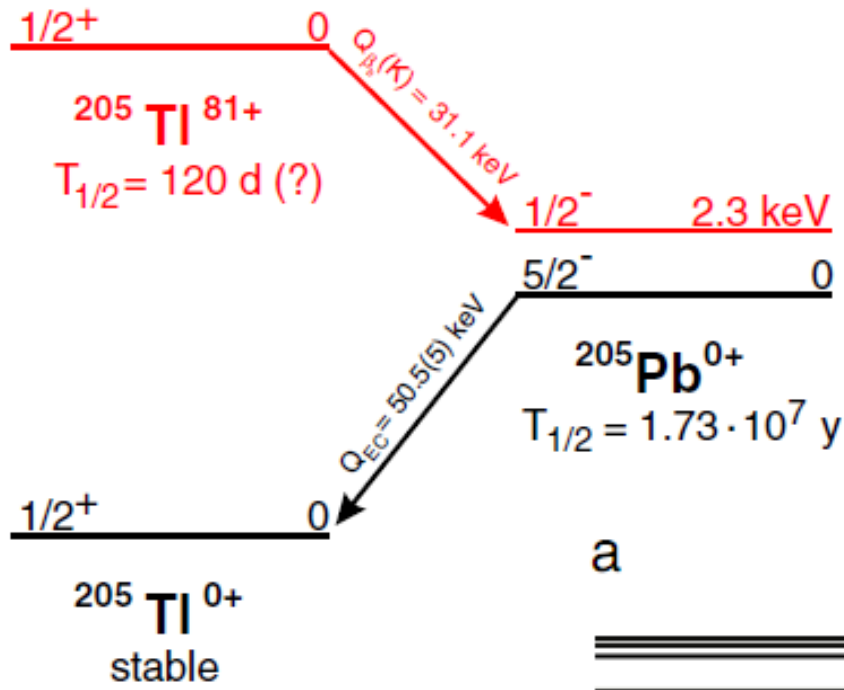
---

${}^{64}\text{Cu}(1^+) + e \rightarrow {}^{64}\text{Ni}(0^+) + \nu_e$  ( $T_{1/2}=12.7$  часа)

$\mu({}^{64}\text{Cu}) = -0.22\mu_N$

Следовательно, основное состояние водородоподобного иона  ${}^{64}\text{Cu}$  имеет  $F=3/2$ , и e-захват должен быть *подавлен*





СПАСИБО

ЗА

ВНИМАНИЕ!

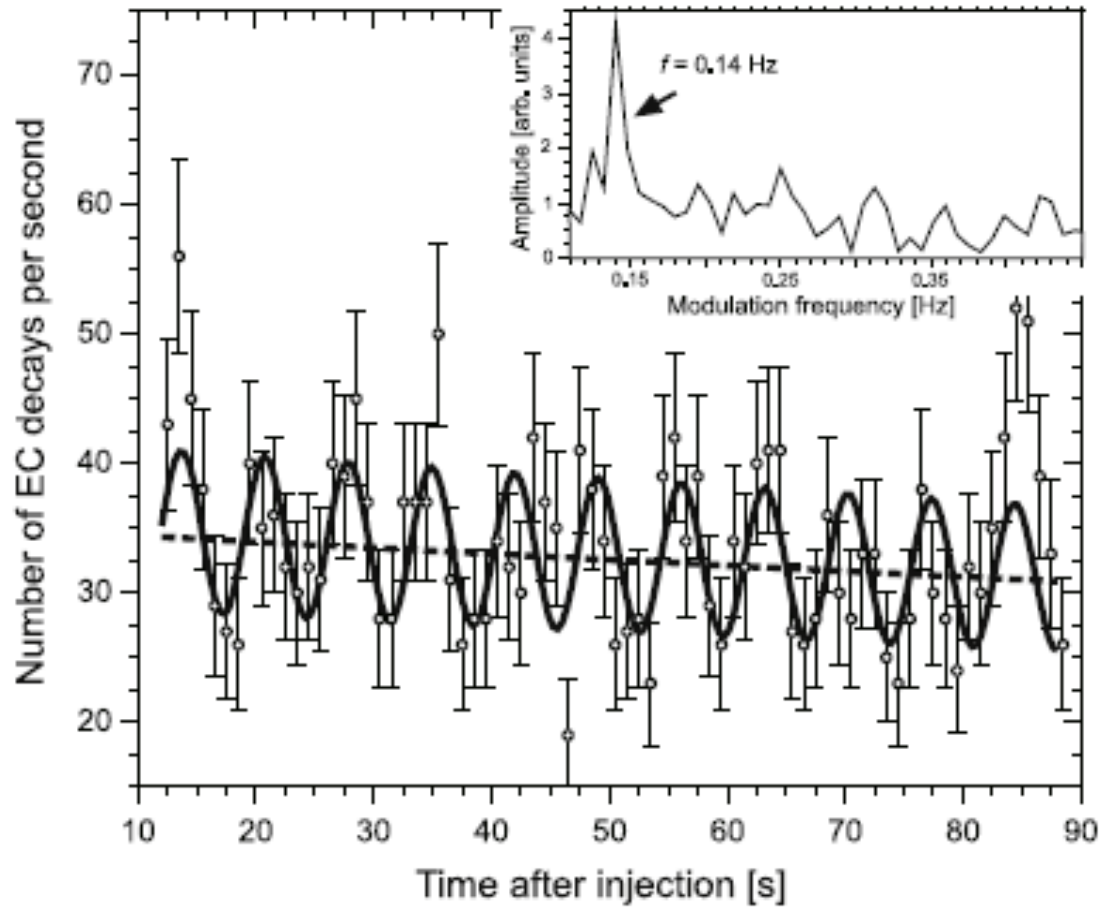
$^{193}\text{Ir}(3/2^+) \leftarrow ^{193}\text{Pt}(1/2^-)$ ,  $Q = 57$  кэВ,  $T_{1/2} = 50$  лет

$^{193}\text{Ir}^{77+} \rightarrow ^{193}\text{Pt}^{77+}$ ,  $Q = 26$  кэВ

$^{243}\text{Am}(5/2^-) \leftarrow ^{243}\text{Cm}(5/2^+)$ ,  $Q = 8$  кэВ

$^{243}\text{Am}^{95+} \rightarrow ^{243}\text{Cm}^{95+}$ ,  $Q = 117$  кэВ

$^{140}\text{Pr}$



$^{142}\text{Pm}$

