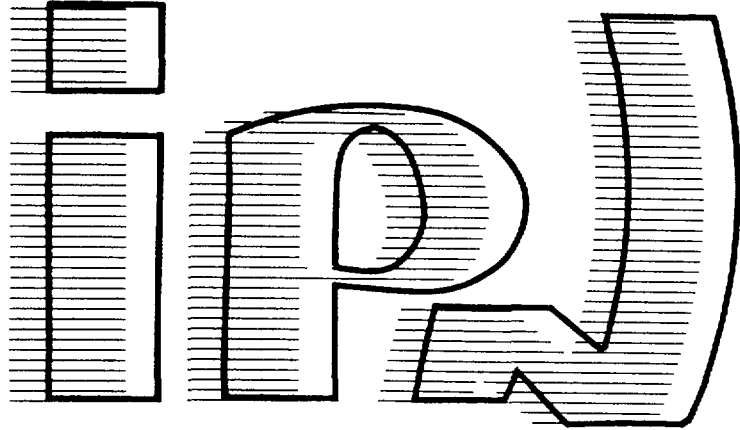




institut de physique nucléaire

Section INS
Date envoi : 9/4/98
N° TRN :
Destination : I,I+D,D



IPNO DRE 98-02

Niveaux de grand moment angulaire dans ^{191}Pb

J.M. Lagrange and M. Pautrat

Institut de Physique Nucléaire, 91406 Orsay, France

J.S. Dionisio and Ch. Vieu

Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse,
91406 Orsay, France,

J. Vanhorenbeeck

I.A.A., Université Libre de Bruxelles, C.P. 226, Boulevard du Triomphe,
1050, Bruxelles, Belgique

R

Niveaux de grand moment angulaire dans ^{191}Pb .

J.M. Lagrange and M. Pautrat

Institut de Physique Nucléaire, 91406 Orsay, France,

J.S. Dionisio and Ch Vieu,

Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse, 91406 Orsay, France,

J. Vanhorenbeeck,¹

I.A.A., Université Libre de Bruxelles, C.P. 226, Boulevard du Triomphe, 1050, Bruxelles.

Abstract : The ^{191}Pb isotope, produced through different $A(b, xn)^{191}\text{Pb}$ réactions, where b stands for nuclei as ^{16}O , ^{20}Ne and ^{31}P , is studied. The half-lives of some excited levels being greater than 10 ns., the recoil catcher method is suitable. The study of the de-excitation γ ray and conversion electron spectra, together with $\gamma - \gamma$ and $\gamma - e^-$ coincidence measurements lead to a level scheme. The characteristics are similar to those observed in ^{193}Pb . This experimental level scheme is compared to the theoretical one obtained through a microscopic calculation in a three quasi-particle approximation, using a surface delta interaction with a reduced pairing component. The conclusions reached are very close to the ^{193}Pb study ones.

1. Introduction.

Il existe très peu d'informations relatives au schéma de niveaux de l'isotope ^{191}Pb . Parmi celles-ci on peut retenir :

niveau fondamental ($T_{1/2} : 1.33_6 \text{ min.}$, I^π probable = $3/2^-$),

niveau isomérique ($E^* \approx 138 \text{ keV}$, $T_{1/2} : 2.18_6 \text{ min.}$, $I^\pi = 13/2^+$, $\mu = -1.176_6$, $Q = 0.085_5$).

Ces niveaux sont peuplés soit par décroissance α de ^{195}Po (4.64 s. et 1.92s.), soit par désintégration β^+ (E.C.) de ^{191}Bi (12 s. et 150 ms.)¹.

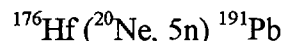
Le noyau ^{191}Pb avait déjà fait l'objet de plusieurs mesures au moyen de diverses réactions utilisant des ions lourds, mais les difficultés relatives à ces expériences n'avaient permis que de proposer une ébauche de schéma de niveaux²). Tout récemment un schéma limité aux trois premiers niveaux excités a été proposé via la réaction $^{164, 166}\text{Er} (^{32}\text{S}, \alpha, xn)^{191}\text{Pb}$ ³).

L'étude de l'isotope ^{191}Pb est intéressante à plusieurs titres. Outre son schéma de niveaux, elle permettra :

- de compléter ultérieurement l'étude systématique des bandes super-déformées déjà observées dans de nombreux isotopes du plomb de masse plus élevée,
- de mettre en évidence d'éventuelles bandes bâties sur un second niveau $13/2^+$ dû au couplage entre l'état neutron $\nu [i 13/2]$ et le niveau 0^+ dû à la configuration de protons $\pi [h 9/2]^{-2}$; ce dernier est identifié dans de nombreux isotopes de plomb de masse paire pour devenir le premier niveau excité dans ^{194}Pb .

2. Techniques expérimentales.

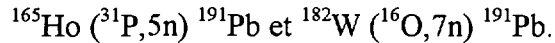
Diverses combinaisons cible-projectile ont été utilisées. La fonction d'excitation a été étudiée par la réaction :



pour diverses énergies du faisceau incident, ce qui a permis d'identifier certaines transitions appartenant à cet isotope. A partir de ces premiers résultats montrant en outre qu'il existait des niveaux possédant une période mesurable, d'autres réactions ont été effectuées en vue de pouvoir utiliser la technique de recul auprès d'un accélérateur de type tandem.⁴).

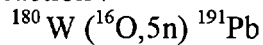
1. Maître de Recherches F.N.R.S.

Les réactions suivantes ont été successivement étudiées :



La première possède une section efficace peu élevée (nombreux canaux de sortie ouverts, moment angulaire plus important pour une même énergie d'excitation E^*). L'éclatement du faisceau de ^{31}P dans la cible est beaucoup plus grand que celui de ^{16}O : le faisceau arrose une plus grande partie du collecteur et y provoque des réactions parasites tandis que les noyaux de recul ayant une énergie plus élevée sont concentrés en un faisceau plus étroit. Le rendement de collection est dans ce cas assez faible, le dispositif de recul ayant été optimisé pour être utilisé avec des ions légers ⁴).

La seconde réaction donne également de nombreux noyaux tels que $^{194}, ^{193}, ^{192}\text{Pb}$ et leurs produits de filiation, ainsi que les noyaux $^{192}, ^{191}, ^{190}, ^{189}, ^{188}\text{Hg}$ et leurs descendants. Le nombre de coïncidences $\gamma - \gamma$ utiles est de ce fait peu élevé. Elles avaient déjà permis de proposer un embryon de schéma ²), mais il était vraisemblable que de nombreuses transitions de basse énergie, fortement converties et observées dans les isotopes de masse plus élevée, devaient exister aussi dans le cas présent. La réaction :



semblait donc la seule susceptible d'apporter les informations désirées, la masse de l'ion incident ainsi que le nombre de neutrons émis étant parmi les plus petits possibles (seule, la réaction $^{184}\text{Os} (^{12}\text{C}, 4n)$ serait plus favorable, mais l'osmium, très toxique n'est présent qu'à 0.02 %). L'isotope ^{180}W est présent à 0.12 % dans le tungstène naturel. Une cible contenant $250 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ de cet isotope enrichi à plus de 95 % et déposé directement sur un support de carbone de $30 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ a été fabriquée auprès du séparateur de masse du Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse à Orsay.

La première réaction (faisceau ^{20}Ne) a été effectuée auprès du Cyclotron CYCLONE à Louvain-la-Neuve (Belgique), les autres étant effectuées auprès de l'accélérateur Tandem M.P d'Orsay. Le faisceau de celui-ci a été pulsé à une fréquence de 200 ns., la largeur des paquets de faisceau étant de l'ordre de 2 ns.

Le dispositif expérimental ainsi que la mise en oeuvre de la technique de recul du noyau composé ont déjà été décrits ⁴). Le collecteur est ici placé à 5 cm de la cible et le temps initial correspond à la détection, par les six scintillateurs BaF_2 placés autour de la cible, des raies γ émises au moment de la réaction nucléaire.

Les spectres directs sont analysés dans deux fenêtres retardées F_1 et F_2 permettant, respectivement, de favoriser les transitions légèrement ou très différées par rapport au temps t_0 de la réaction. Les retards $\Delta t = t - t_0$ de l'origine de ces fenêtres et leurs largeurs sont de $\Delta t_2 = 15 \text{ ns.}$, $L_2 = 41 \text{ ns.}$ pour F_2 et de $\Delta t_1 = 56 \text{ ns.}$, $L_1 = 72 \text{ ns.}$ pour F_1 . Les spectres totaux ($F_2 + F_1$) sont obtenus en sommant les contributions des deux fenêtres, alors que les spectres différence ($F_2 - \alpha F_1$), où α représente le rapport des largeurs L_2/L_1 , mettent en évidence les transitions de période courte. Pour les coïncidences, les signaux temps relatifs à chaque détecteur sont enregistrés événement par événement.

De plus, en ce qui concerne les spectres directs d'électrons de conversion, l'accord entre l'énergie détectée par la jonction $\text{Si}(\text{Li})$ et la valeur du champ magnétique de la lentille est vérifiée par programme avant la prise en compte de la donnée afin de réduire le bruit de fond, surtout à basse énergie ⁵).

3. Résultats expérimentaux.

La fig. 1a montre le spectre γ total (F1 + F2) pour la région comprise entre 450 et 900 keV. La fig. 1b montre, pour la même région, un spectre F2 - α F1 dont ont été retirées les composantes γ de périodes supérieures à 100 ns. environ. Cette procédure a pour effet d'éliminer les transitions de $^{188, 190}\text{Hg}$, ^{192}Pb et quelques-unes de ^{193}Pb , tant dans le spectre γ que dans celui des électrons de conversion. Ceci est indispensable pour déterminer les valeurs des coefficients de conversion. Celles-ci sont données dans le tableau I qui reprend aussi les énergies des diverses transitions identifiées, leurs intensités et les multipolarités retenues. D'autres raies γ de faible intensité pourraient être attribuées à cet isotope mais ne peuvent se placer dans le schéma de niveaux proposé. La complexité des spectres γ obtenus en phase avec le faisceau ne permet malheureusement pas d'effectuer des mesures de distributions angulaires. Il convient de noter que la faible statistique obtenue pour les raies d'électrons K pour les transitions d'énergie supérieure à 600 keV ne permet pas de donner une valeur de leurs coefficients de conversion. Le schéma de niveaux construit à partir des divers résultats est divisé en trois parties : une partie centrale et deux parties latérales, en analogie avec le schéma proposé pour ^{193}Pb . Les multipolarités proposées sont confirmées par les transitions reliant entre elles les trois séquences.

Les résultats des mesures de coïncidences $\gamma - \gamma$ et $e^- - \gamma$ sont résumés dans le tableau II. Les figures 2 et 3 montrent respectivement les coïncidences $\gamma - \gamma$ avec la transition de 339 keV et les coïncidences $e^- - \gamma$ avec la raie K de la transition de 184.8 keV.

4. Schéma de niveaux.

Le schéma de niveaux expérimental est donné à la fig. 4.

Le niveau fondamental semble pouvoir être identifié à l'état de particule ν [p 3/2]. Le niveau isomérique de basse énergie (≈ 138 keV), de moment angulaire et parité $13/2^+$ s'identifie à l'état neutron ν [i 13/2]. Il semble nourrir des niveaux de haut moment angulaire dans ^{191}Tl . Ce niveau sera pris comme niveau de référence pour les énergies des niveaux excités.

Partie centrale.

Elle est caractérisée par cinq transitions en coïncidence formant une cascade :

106.85, 631.70, 562.40, 482.85 et 818.70 keV.

La dernière transition étant la plus intense de toutes celles observées, elle désexcite un niveau à cette énergie. Les deux premières transitions possèdent une période unique longue, voisine de 150_{-50}^{+100} ns. Les trois suivantes possèdent deux périodes qui ne sont pas en filiation : la période longue déjà citée et une autre plus courte de 15_4 ns. La multipolarité des transitions de 106.85, 482.85 et 562.40 keV a pu être mesurée : ce sont des transitions quadrupolaires électriques. Les intensités respectives et les transitions entre les diverses parties du schéma confirment l'ordre proposé. Ceci conduit à des niveaux de 818.70, 1301.55, 1863.95, 2495.65

Tableau I

 $^{180}\text{W} (^{16}\text{O}, 5n) ^{191}\text{Pb}$

E_γ	I_T	Expérimental	E1	M1	E2	Mult.		
106.85 ₁₅	57 ₁₄	$\alpha_{\text{L1+L2}}$	4.61(-2)	1.14(0)	1.86(0)	E2		
		α_{L3}		1.27(-2)	8.50(-3)		1.36(0)	
		L1+L2/L3	1.15 ₂₀	3.63	133.6		1.37	
149.20 ₅	633 ₅₆	α_{K}	1.49 ₃₁ (-1)	1.31(-1)	2.54(0)	3.22(-1)	E1	
184.80 ₁₅	510 ₇₅ ¹⁾	α_{K}	<1.51 ₁₈ (0)	7.77(-2)	1.39(0)	2.05(-1)	M1	
		$\alpha_{\text{L1+L2}}$	<3.16 ₅₆ (-1)	1.17(-2)	2.29(-1)	1.82(-1)		
		α_{M}	>8.0 _{2.2} (-2) ²⁾	3.48(-3)	6.02(-2)	6.92(-2)		
		K/L	5.85 _{1.40}	5.59	5.78	0.87		
		L/M	>3.50 ₉₂	3.74	4.22	2.90		
		α_{K}	1.63 ₂₃ (-1)	6.35(-2)	1.11(0)	1.69(-1)		E2
$\alpha_{\text{L1+L2}}$	1.55 ₃₄ (-1)	9.60(-3)	1.90(-1)	1.31(-1)				
α_{L3}	7.58 _{2.40} (-2)	1.66(-3)	1.31(-3)	6.39(-2)				
200.40 ₁₀	497 ₃₉	α_{M}	8.05 _{3.10} (-2)	2.81(-3)	4.78(-2)	4.87(-2)	E2	
		α_{K}	7.32 _{2.10} (-1)	5.15(-2)	8.70(-1)	1.38(-1)		M1
		$\alpha_{\text{L1+L2}}$	8.11 _{3.40} (-2)	7.77(-3)	1.49(-1)	9.32(-2)		
270.80 ₁₀	193 ₂₆	α_{K}	3.90 ₄₄ (-2)	3.09(-2)	4.80(-1)	8.35(-2)	(E1)	
339.25 ₁₀	289 ₃₅	α_{K}	2.47 ₃₅ (-2)	1.84(-2)	8.41(-1) ³⁾	4.93(-2)	(E1)	
402.40 ₁₅	113 ₄₂	α_{K}		1.26(-2)	1.64(-1)	3.35(-2)	(M1)	
476.55 ₁₀	160 ₁₇	α_{K}	2.57 ₂₇ (-2)	8.76(-3)	1.05(-1)	2.32(-2)	E2	
482.85 ₅	793 ₅₀	α_{K}	2.23 ₁₇ (-2)	8.52(-3)	1.01(-1)	2.25(-2)	E2	
		α_{L}	1.07 ₃₄ (-2)	1.37(-3)	1.71(-2)	7.34(-3)		
551.30 ₁₅	111 ₂₀	α_{K}		6.49(-3)	7.15(-2)	1.70(-2)	(M1)	
562.40 ₁₀	425 ₃₉	α_{K}	1.30 ₅₁ (-2)	6.23(-3)	6.79(-2)	1.63(-2)	E2	
576.90 ₅	637 ₅₇	α_{K}	1.10 ₄₄ (-2)	5.92(-3)	6.34(-2)	1.55(-2)	(E2)	
631.70 ₁₅	69 ₁₂	α_{K}		4.95(-3)	5.01(-2)	1.29(-2)	(E2)	
712.60 ₂₀	202 ₅₈	α_{K}		3.91(-3)	3.66(-2)	1.02(-2)	(E2)	
781.10 ₁₅	92 ₁₉	α_{K}		3.29(-3)	2.89(-2)	8.53(-3)	(M1)	
818.70 ₅	1000 ₃₈	α_{K}		3.01(-3)	2.56(-2)	7.80(-3)	(E2)	
893.50 ₁₀	243 ₂₇	α_{K}		2.56(-3)	2.04(-2)	6.61(-3)	(M1)	

¹⁾ L'estimation de la composante du ^{193}Pb est compliquée. Les valeurs des coefficients de conversion ne sont données qu'à titre indicatif. Voir la discussion plus loin.

²⁾ Mélangée à la raie K de la transition de 270.80 keV.

³⁾ Coefficient pour une multipolarité M2.

Tableau II
 Coïncidences $\gamma - \gamma$ et $e^- - \gamma$ pour la réaction $^{180}\text{W} (^{16}\text{O}, 5n) ^{191}\text{Pb}$.

		y																	
X		1	1	1	2	2	2	3	4	4	4	5	5	5	6	7	7	8	8
P		0	4	8	0	1	7	3	0	7	8	5	6	7	3	1	8	1	9
b		7	9	4	0	9	1	9	2	6	3	1	2	7	2	2	1	9	3
XPb	+																		
107	*	+									*	*						*	
149	⊗		+	⊗		x				x	⊗	⊗					x	⊗	
184	⊙		⊕	+						⊙	⊕	*				*		⊙	y
200	*				+		⊗	⊗		y	⊗	x		⊗				⊕	y
219	*		y	*		+				⊙		⊙						⊙	
271	x				⊗		+			y		x		⊗				⊗	⊗
339					⊗			+			⊗			⊗				⊗	
402									+										
x 476	x		x	x	x		x			+				⊗		⊗			⊗
483	⊗		⊗	⊗	⊗			⊗			+		⊗	⊗	y		y	⊗	
551					y		y					+		y		y		y	
562	⊗		⊗								⊗		+		x			⊗	
577					⊗		⊗	⊗		⊗	⊗			+				⊗	
632		x									⊗		⊗		+			⊗	
712					x					⊗		⊗				+			y
781			⊗	⊗							⊗						+	⊗	
819	⊗		⊗	x	⊗		y	⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	y		y	+	
893				x	x					x				x		x			+

- x coïncidence avec la voie x,
- y " " y,
- ⊗ " " les voies x et y,
- ⊙ " " la voie x ou y et les électrons K ou L,
- ⊕ " " les voies x, y et les électrons K ou L.

et 2602.50 keV. Les trois premiers niveaux suivent l'évolution générale des niveaux $17/2^+$, $21/2^+$ et $25/2^+$ observés pour l'ensemble des isotopes de masse impaire plus élevée, ainsi que des niveaux 2^+ , 4^+ et 6^+ pour ceux de masse paire. Tout ceci nous permet de proposer pour les niveaux de la partie centrale les moments angulaires et parités suivantes : 818.70 ($17/2^+$), 1301.55 ($21/2^+$), 1863.95 ($25/2^+$), 2495.65 ($29/2^+$) et 2602.50 keV ($33/2^+$).

Partie latérale 1.

Elle est caractérisée par 4 transitions ayant une période commune de 17_4 ns.

Niveau à 1640.80 keV.

Ce niveau se désexcite par 2 transitions de 270.80 et 339.25 keV vers les niveaux de 1370.0 keV ($19/2^+$) et 1301.55 keV ($21/2^+$) respectivement. La multipolarité de ces transitions est difficile à déterminer : la raie K de la transition de 270.80 keV est mélangée à la raie M intense de la transition de 184.80 keV de caractère M1, tandis que la raie K de la transition de 339.25 keV est double (raie large) et son intensité présumée est la moitié environ de cette raie large. Il ressort de ceci que le coefficient α_K est compris entre les valeurs théoriques pour une transition de caractère E1 (+ M2 ?) ou E2, M1 étant exclu. Cela donnerait comme moment angulaire possible $21/2$ avec la parité positive ou négative. L'analogie avec les isotopes voisins de masse impaire conduirait à un niveau $21/2^-$.

Niveau à 2217.70 keV.

Celui-ci se désexcite par une transition de 576.90 keV vraisemblablement de caractère E2, bien que le caractère E1 ne puisse pas être totalement rejeté, l'erreur sur le coefficient α_K étant assez grande. Un moment angulaire et parité $25/2^-$ peut être logiquement retenu.

Niveau à 2418.10 keV.

Il se désexcite vers le niveau de 2217.70 keV par une transition de caractère E2 non ambigu de 200.40 keV. Ceci permet de proposer un moment angulaire et parité $29/2^-$. L'ordre de la succession 200.40 - 576.90 keV n'est dicté que par des considérations d'analogie avec ^{193}Pb où une cascade 180.4 - 556.1 keV est observée.

Partie latérale 2.

On observe cinq transitions en cascade : 149.20, 184.80, 712.60, 476.55 et 893.50 keV. désexcitant autant de niveaux reliés en outre à la partie centrale du schéma. La période associée à la désexcitation de cet ensemble est de 15_4 ns.

Niveau à 893.50 keV.

L'intensité et les coïncidences relevées avec cette transition permettent de l'identifier avec un niveau de même énergie se désexcitant vers le niveau de référence $13/2^+$. Il n'a pas été possible de déterminer sa multipolarité. En analogie avec ^{193}Pb , le niveau est identifié comme niveau $15/2^+$ appartenant au quintuplet [$2^+ \otimes 13/2^+$].

Niveau à 1370.05 keV.

Ce dernier se désexcite par une transition de 476.55 keV de caractère E2 et une de 551.30 keV dont la multipolarité n'a pu être déterminée vu la faible statistique du spectre d'électrons à cette énergie. Ces transitions alimentent respectivement les niveaux $15/2^+$ et $17/2^+$. Il est donc logique de considérer le niveau à 1370.05 keV comme un des membres du multiplet [$4^+ \otimes 13/2^+$] avec moment angulaire et parité $19/2^+$.

Niveaux d'énergie supérieure à 2 MeV.

Il existe pour ceux-ci deux interprétations possibles.

a) Niveaux à 2082.65, 2267.45 et 2416.65 keV.

La multipolarité des transitions de 712.60 keV et 781.10 keV dépeuplant le niveau de 2082.65 keV n'a pu être mesurée pour les raisons évoquées précédemment. Par contre, la transition de 219.25 keV issue de ce même niveau est de caractère M1 et alimente le niveau $25/2^+$ à 1863.95 keV. Les moments angulaires et parités des niveaux nourris par ces trois transitions étant bien établis, les moment angulaire et parité du niveau à 2082.65 keV seraient $23/2^+$.

Ce niveau est alimenté par une transition de 184.80 keV de multipolarité M1. On peut donc proposer la valeur $25/2^+$ comme moment angulaire et parité du niveau à 2267.45 keV. Ce dernier étant lui-même alimenté par une transition de 149.20 keV de caractère E1, le niveau à 2416.65 keV a un moment angulaire et parité fixés à $27/2^-$.

b) Niveaux à 2082.65, 2083.20, 2268.00 et 2417.20 keV.

L'existence d'un doublet de niveaux vers 2083 keV peut être aussi proposée sur la base des résultats expérimentaux :

- les transitions de 712.60 et 781.10 keV désexciteraient le niveau à 2082.65 keV comme précédemment, tandis que la transition de 219.25 keV relierait le nouveau niveau à 2083.20 keV au niveau $25/2^+$ à 1863.95, ce qui est en meilleur accord avec les bilans d'énergie pour les transitions γ reliant les divers niveaux entre eux,

- la transition de 184.80 keV est multiple : après soustraction des composantes appartenant à ^{19}F , ^{192}Pb et ^{193}Pb , les intensités résiduelles électron et γ ne conduisent pas à une transition de caractère M1 bien marqué, avec un bilan d'intensité trop élevé, laissant présager l'existence de deux transitions d'énergie très voisine, l'une de 184.80 keV de multipolarité M1 et une autre de 185.35 keV de multipolarité E2 et d'intensité plus faible, donnant naissance à un doublet de niveaux à 2082.65 ($23/2^+$) et 2083.20 keV ($25/2^+$). Ces deux transitions désexcitent alors un niveau $27/2^+$ à 2268.00, lui-même alimenté par une transition de 149.20 keV dépeuplant un niveau $29/2^-$ à 2417.20 keV.

Cette autre interprétation est donnée en encart de la fig. 4. Il y aurait à ce moment analogie entre les schémas de niveaux des isotopes ^{191}Pb et ^{193}Pb ⁶⁾, avec une séquence de niveaux $23/2^+$, $25/2^+$, $27/2^+$ et $29/2^-$. Il convient de souligner que dans le cadre de cette hypothèse, les niveaux à 2417.20 keV et à 2418.10 keV (partie latérale 1) ne sont plus distants que de 0.9 keV et pourraient de ce fait constituer un niveau unique, compte tenu des erreurs sur les énergies ; en outre, les périodes associées à chacun d'eux (15₄ ns. et 17₄ ns.) peuvent aussi se confondre.

5. Discussion

Dans le schéma de niveaux présenté en fig. 4, on observe les niveaux issus du couplage entre le coeur de l'isotope voisin de masse $A + 1$ ou $A - 1$ et les états de neutrons p $3/2$, f $5/2$, f $7/2$ et i $13/2$. Il n'est pas exclu que l'état le plus profond h $9/2$ influence également la nature du spectre. En figure 5, le schéma de niveaux expérimental est comparé au schéma obtenu à partir d'un calcul de B.C.S. dans une base de trois quasi-particules en interaction ⁷⁾. Comme dans le cas des noyaux de masse impaire voisins, il a fallu soustraire de l'intensité de l'interaction delta se surface ($V_{\text{SDI}} = -0.240$) une composante de pairing ($V_{\text{P}} = 0.095$) afin d'abaisser les niveaux de faible moment angulaire par rapport au niveau isomérique $13/2^+$. L'intensité des deux forces est ajustée de manière à reproduire au mieux la différence d'énergie entre niveau fondamental $3/2^-$ et isomérique $13/2^+$ qui sont respectivement de 138 keV

(mesuré) et 148 keV (calculé), ainsi que la différence d'énergie entre la moyenne des niveaux $29/2^+$ et $33/2^+$, de configuration supposée pure $\nu [i 13/2]^{-3}$ et le niveau isomérique considéré comme état de particule individuelle $\nu [i 13/2]$. Si le calcul reproduit en gros l'allure générale du schéma de niveaux, on ne peut le considérer comme satisfaisant.

Les configurations $\pi [h 9/2]^{-2}$ et $\nu [i 13/2]^{-2}$ peuvent chacune donner naissance à des niveaux de moment angulaire et parité 6^+ et 8^+ . Ces configurations sont prévues à des énergies voisines dans ^{192}Pb et ^{194}Pb . L'interaction proton - neutron a pour effet de repousser les niveaux à même I^π . Dans l'isotope ^{191}Pb , les configurations $\{\pi [h 9/2]^{-2} \otimes \nu [i 13/2]\}$ et $\nu [i 13/2]^{-3}$ peuvent donner naissance à des niveaux $29/2^+$, leur énergie étant perturbée par la même interaction, contrairement au niveau $33/2^+$ de configuration $\nu [i 13/2]^{-3}$. Ceci expliquerait que l'énergie de la transition $33/2^+ \rightarrow 29/2^+$ est plus élevée dans ^{191}Pb que dans les autres isotopes du plomb de masse impaire.

Les niveaux de parité négative semblent aussi demeurer essentiellement de composantes neutrons (on n'observe pas de périodes élevées comme dans ^{192}Pb et ^{194}Pb pour des transitions $11^- \rightarrow 10^+$ entre niveaux de nature différente). Les calculs prévoient des niveaux $27/2^-$ et $29/2^-$ aux environs de 2450 keV. Dans ce cas précis, il pourrait s'agir du (ou des) niveau(x) voisin(s) de 2418 keV observés. La fig. 6 montre les variations expérimentales et théoriques des niveaux $27/2^-$, $29/2^-$, $29/2^+$ et $33/2^+$ pour les isotopes $205 \geq A \geq 191$.

Les probabilités de transition mesurées s'apparentent à celles observées pour l'isotope ^{193}Pb . Vu l'erreur élevée sur la mesure de la période du niveau $33/2^+$ (limites comprises entre 100 ns. et 250 ns.), ceci conduit à une valeur moyenne de $B(E2)$ de $48_{21} e^2 \text{fm}^4$, contre $68_{10} e^2 \text{fm}^4$ pour ^{193}Pb . La période de 15₄ ns. associée au niveau à 2416.65 keV peut être comparée à celle de 11₂ ns du niveau à 2585.1 keV ($29/2^-$) de ^{193}Pb et conduit à une valeur de $B(E1)$ comparable (7.5 contre $9.0 \cdot 10^{-6} e^2 \text{fm}^2$). Enfin, le niveau $21/2^-$ de ^{193}Pb de 22₂ ns. de période, se désexcitant par une double transition de 66.2 et 184.1 keV est analogue au niveau $21/2^-$ de ^{191}Pb se désexcitant par les transitions de 270.80 et 339.25 keV. Supposant une même valeur de la probabilité réduite $B(E1)=2.9_3 \cdot 10^{-6} e^2 \text{fm}^2$, cela conduirait à une demi-vie de l'ordre de 5 ns, ce qui est à la limite de la résolution du système de mesure.

La liaison entre niveaux $29/2^+$ et ceux de parité négative ($27/2^-$ et $29/2^-$), observée dans ^{193}Pb , mettrait en jeu des transitions mélangées aux raies X_k du spectre de ^{191}Pb . Elles n'ont pu être décelées.

6. Conclusions.

Le schéma de niveaux de l'isotope ^{191}Pb s'apparente encore à celui de ses proches voisins de masse impaire. Les principales différences notamment par rapport à l'isotope ^{193}Pb résident dans la séparation en énergie des deux membres du multiplets $29/2^+$ et $33/2^+$ de la configuration $\nu [i 13/2]^{-3}$ supposée pure et de la désexcitation des niveaux présumés $27/2^-$ et $29/2^-$. L'influence des niveaux protons de configuration $\pi [h 9/2]^{-2}$ pourrait se manifester par les différences signalées précédemment. Outre le fait que le schéma de niveaux de ^{191}Pb est original, il constitue un atout essentiel pour l'étude des bandes super-déformées déjà observées dans de nombreux isotopes du plomb de masse plus élevée.

Les auteurs remercient M. R. Meunier et M. D. Ledu du Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse d'Orsay pour la préparation difficile de la cible de tungstène enrichie en isotope de masse 180, Mme E. Cottreau (C.S.N.S.M.) pour la fabrication de la cible de ^{176}Hf , M. P. Duhamel pour les nombreux développements électronique et informatique, ainsi que les équipes de l'accélérateur Tandem M.P. (Orsay) et du cyclotron CYCLONE (Louvain-la-Neuve).

Références.

1. - Table of Isotopes, 8th edition, John Wiley and Sons éditeur, 1996 et références incluses.
2. - Rapport Annuel IPN 1991, p. 37.
3. - N. Fotiades et al., Zeitschrift für Physik, A 359 (1997) p. 7.
4. - J.M Lagrange , M. Pautrat, J.S. Dionisio, Ch. Vieu, J. Vanhorenbeeck, NIM A 271, (1988), p. 527.
5. - J.M. Lagrange, M. Pautrat, J.S. Dionisio, Ch. Vieu, J. Vanhorenbeeck, IPNO DRE 87 43, Institut de Physique Nucléaire, B P n° 1, 91406 Orsay (France).
6. - J.M. Lagrange, M. Pautrat, J.S. Dionisio, Ch. Vieu and J.Vanhorenbeeck, Nucl. Phys., A530, (1991), p. 437.
7. - Ch. Quesne, Thèse, (1968), Université Libre de Bruxelles (non publiée).

Légendes des figures.

Fig. 1 a) - Spectre γ total (450 à 900 keV).

b) - Spectre $F_2 - \alpha F_1$ correspondant.

Fig. 2 - Spectre γ en coïncidence avec la raie de 339.2 keV.

Fig. 3 - Spectre γ en coïncidence avec la raie de conversion en couche K de la transition de 184.80 keV.

Fig. 4 - Schéma de niveaux expérimental : le niveau isomérique $13/2^+$ est pris comme origine et les niveaux sont étiquetés $2J^\pi$.

Fig. 5 - Comparaison entre schéma de niveaux expérimental et théorique. (mêmes remarques que pour la fig. 4).

Fig. 6 - Variation des énergies des niveaux expérimentaux et théoriques de moment angulaire et parité $27/2^-$, $29/2^\pm$ et $33/2^+$.

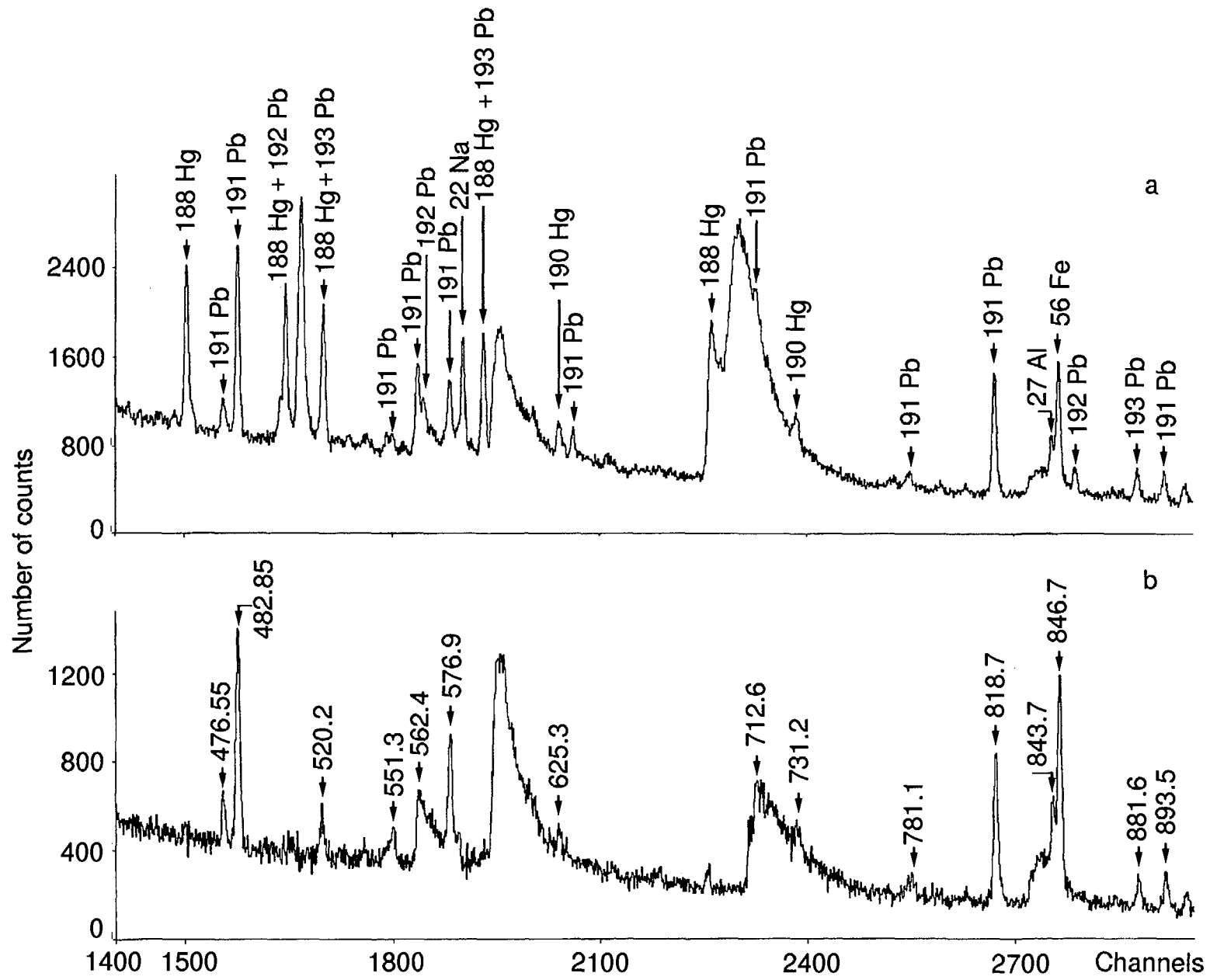


Fig. 1

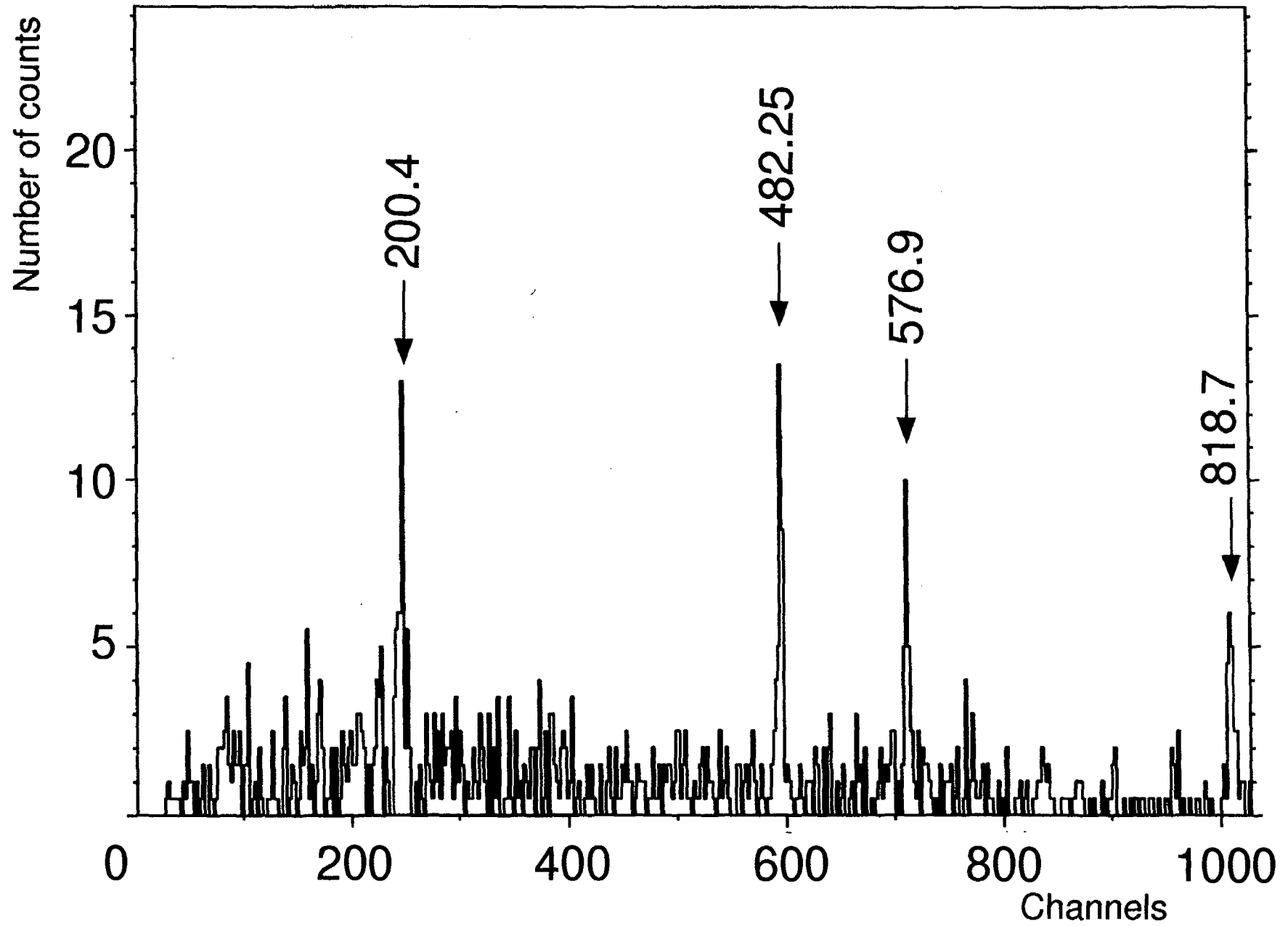


Fig.2

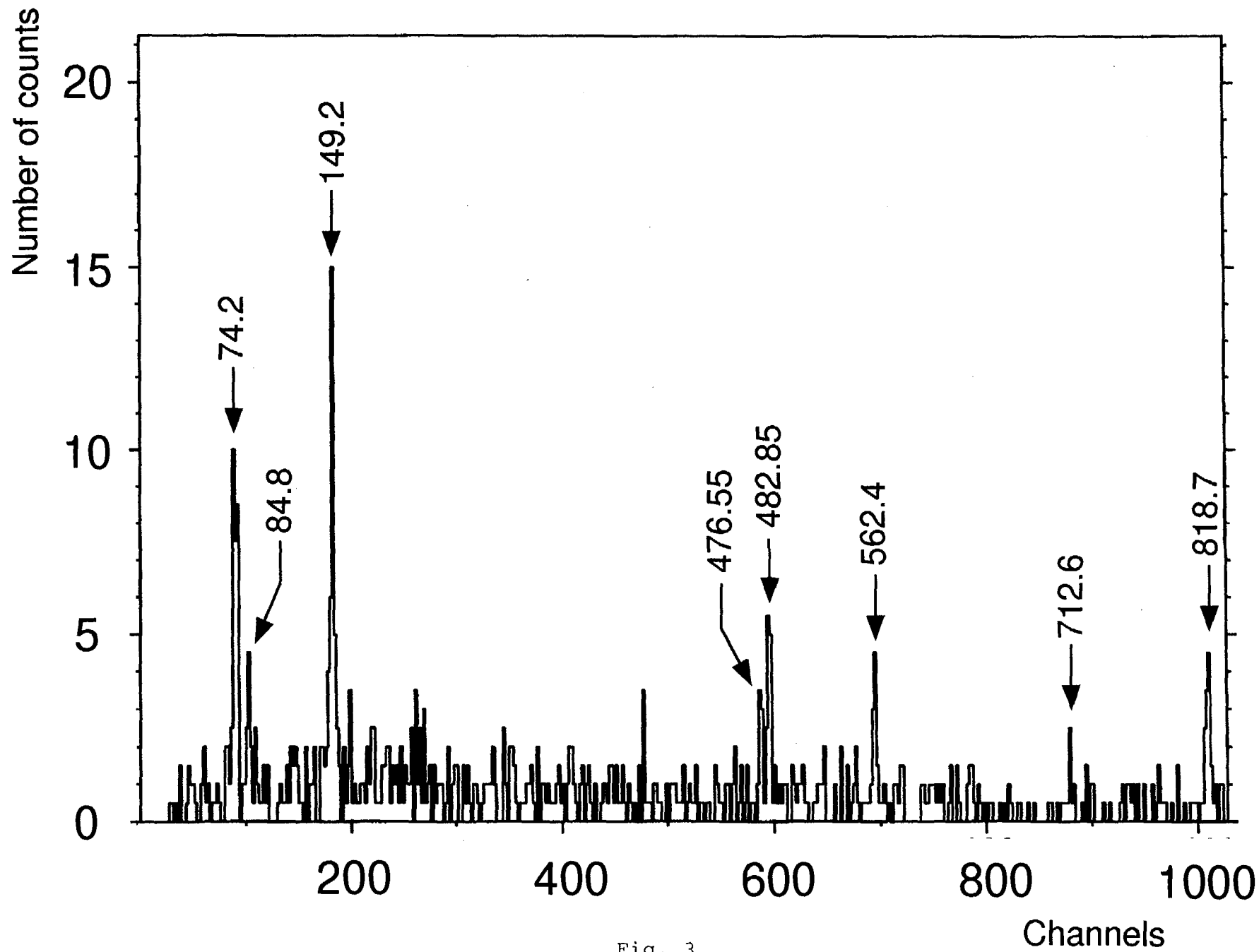


Fig. 3

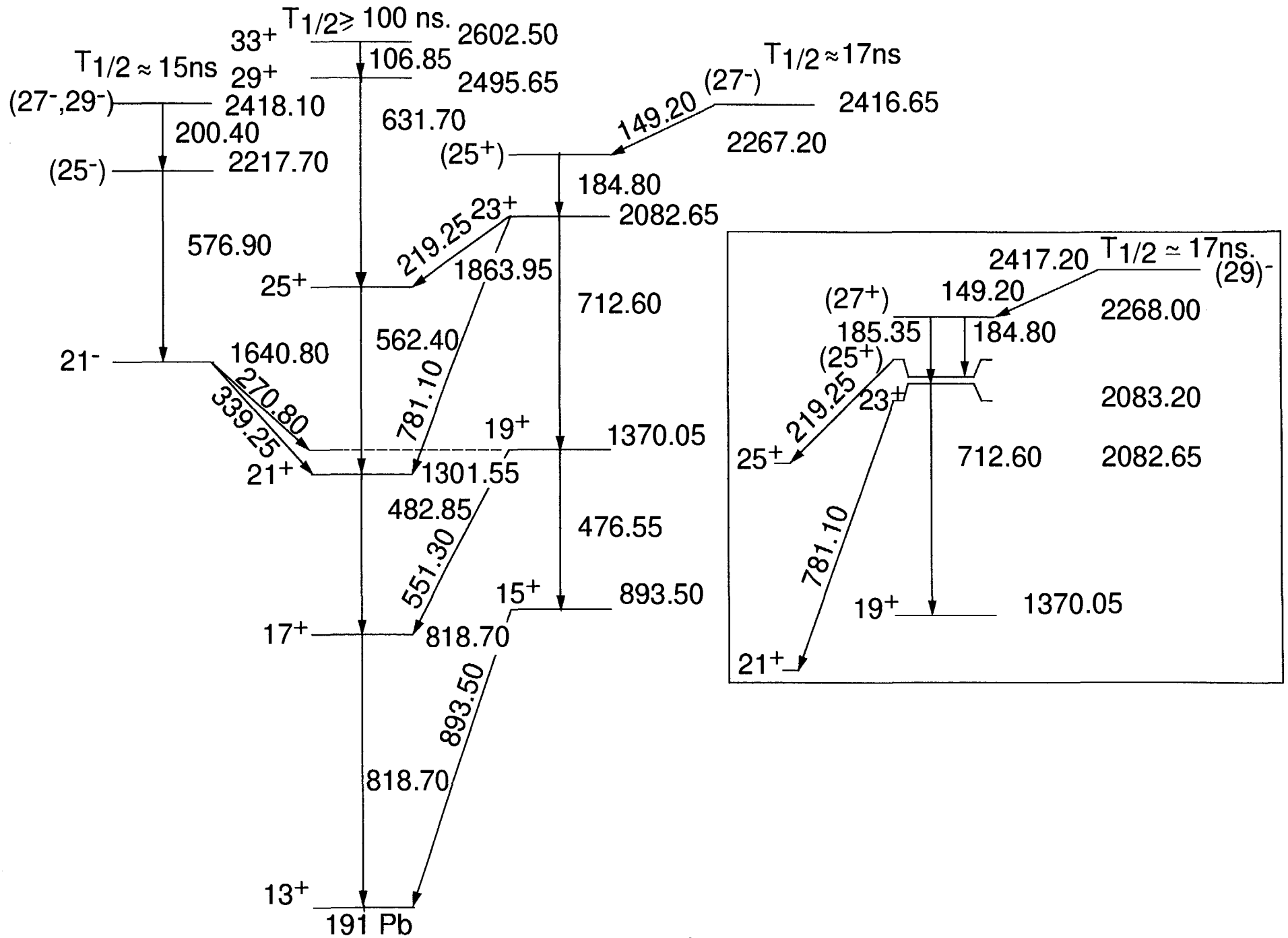


Fig. 4

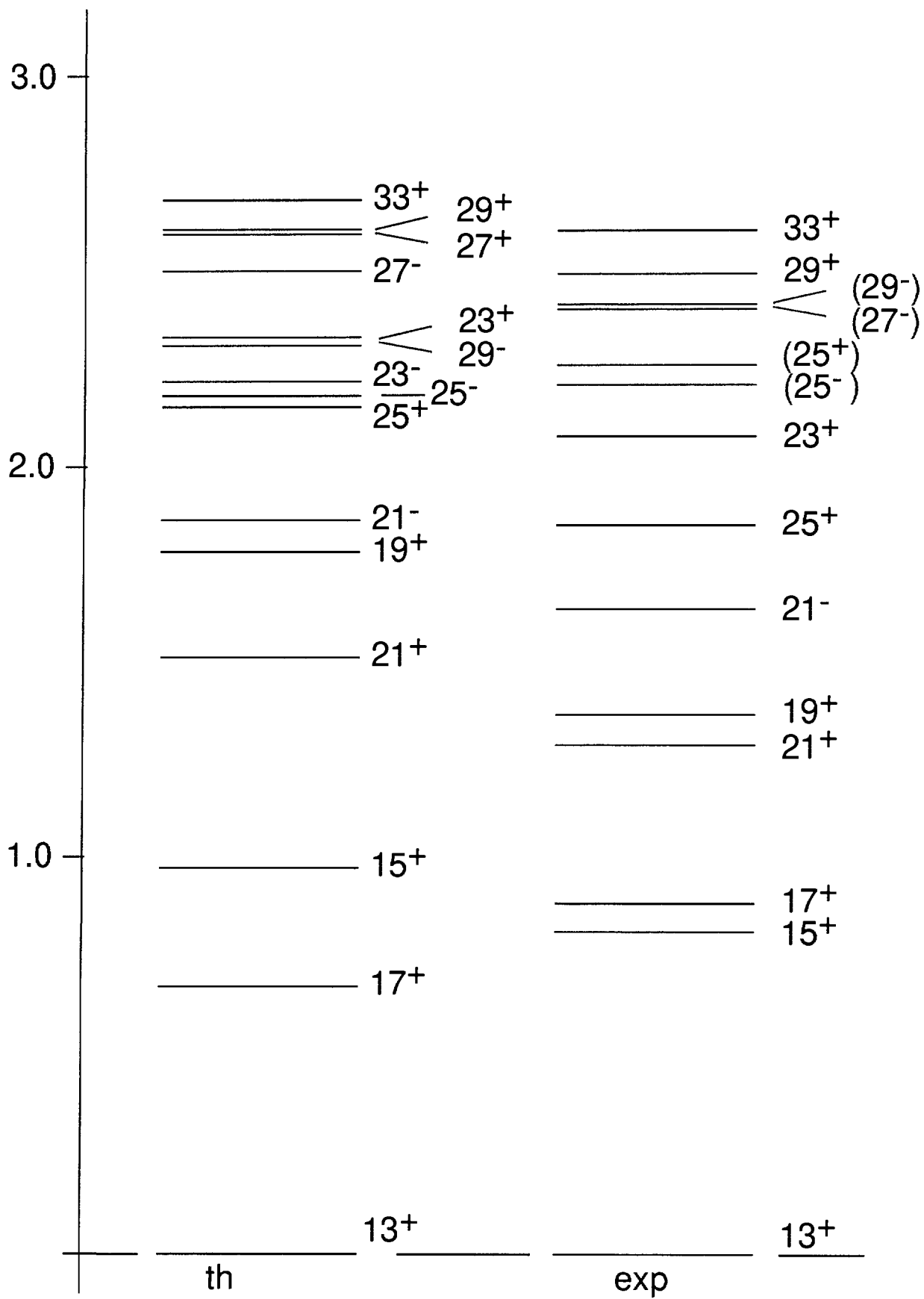


Fig. 5

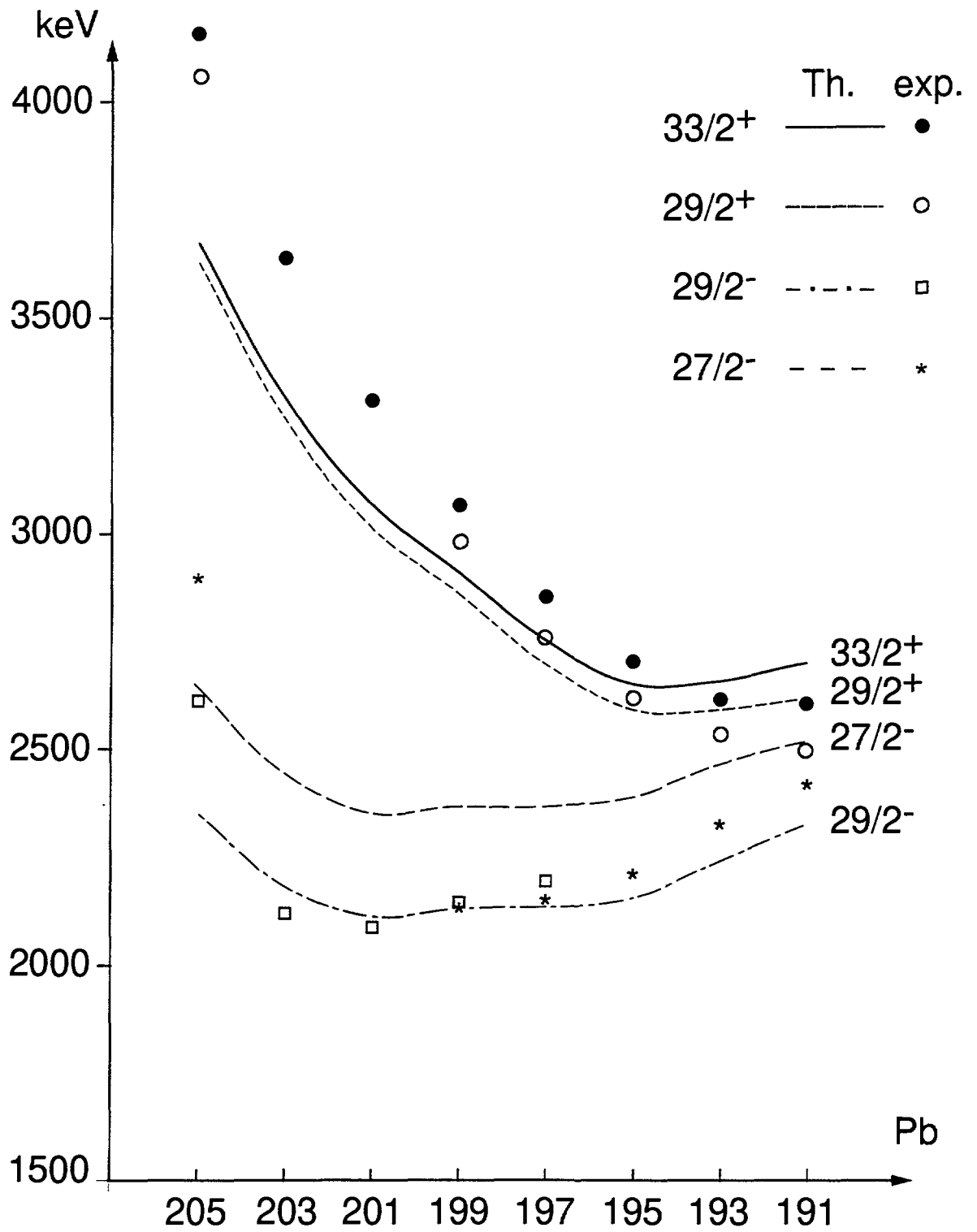


Fig. 6