

硅烷与硅的质量衰减截面实验测量*

王大椿 罗平安 杨 华

(北京师范大学低能核物理研究所, 北京 100875; 北京市辐射中心, 北京 100875)

王 志 东

(中国科学院科技政策与管理科学研究所, 北京 100080)

(1994年9月8日收到)

用高能质子激发单元素靶或化合物靶产生的特征 X 射线源, 系统地测量了 1.486—15.165 千电子伏能区里硅烷和 8.041—29.109 千电子伏能区里硅元素的质量衰减系数。不仅在实验上验证了布喇格相加规则在气体化合物中的适用性, 而且得到了 1.4—6 千电子伏能区里硅元素的质量衰减截面, 从而填补了硅元素在该能区的数据空白。从实验测得的总截面中减去康普顿散射和漫散射截面, 便得到硅元素的光电截面值, 并与理论值进行了比较。

PACC: 7870D; 0785

1 引 言

到目前为止, 已有相当多的实验室开展了对硅元素的质量衰减截面的实验测量^[1-20], 但在 1—6 千电子伏这一重要能区却一直没有人研究过。这可能是由于在该能区里所用的硅吸收体或靶很难制备的缘故。为了实验测定硅元素在 1—6 千电子伏能区里的质量衰减截面等原子参数, 我们采用了新的实验方法^[21], 即用高能质子激发单元素靶或化合物靶产生的特征 X 射线作 X 射线源, 用高分辨率的硅(锂)探测器和计算机谱分析技术, 系统地测量了 1.486—15.165 千电子伏能区硅烷 (SiH₄) 的质量衰减系数和 8.041—29.109 千电子伏能区里硅元素的质量衰减系数, 不仅证明了布喇格相加规则在气体化合物中的可适用性, 而且得到了 1.4—6 千电子伏能区里硅元素的相应的原子数据。实验精度达到 ±1%—±2%, 比前人的结果好得多。

X 射线和单质原子的相互作用总截面可表示为

$$\sigma_{\text{tot}} = \sigma_{\text{pe}} + \sigma_{\text{R}} + \sigma_{\text{C}} \quad (1a)$$

或

$$\sigma_{\text{tot}} = \sigma_{\text{pe}} + \sigma_{\text{C}} + \sigma_{\text{LB}} + \sigma_{\text{TDS}} \approx \sigma_{\text{pe}} + \sigma_{\text{C}} + \sigma_{\text{TDS}}, \quad (1b)$$

式中 σ_{pe} , σ_{R} , σ_{C} , σ_{TDS} 和 σ_{LB} 分别为光电(吸收)截面、瑞利散射截面、康普顿散射截面、漫散射截面和劳厄-布喇格散射截面。 σ_{LB} 一般很小。(1a) 式适合于各向同性的材料。(1b) 式适合于单晶材料而且没有布喇格反射的测量方位。本实验中所用的硅吸收体是平

* 国际原子能机构 (IAEA) 资助项目。

行于[100]面切割的硅单晶片,厚度为 0.26 毫米左右。做吸收实验时,由精选出的一块或多块硅片块叠起来用。康普顿散射截面是由数值计算得到。漫散射截面是由文献[22]提供的数用三次多项式拟合求得。用(1b)式便可求得硅元素的光电吸收截面。本实验的结果与早期各家实验值和理论值作了比较和讨论。

2 实验方法

对于硅元素衰减系数测量,其实验装置与文献[21]相同,但在硅烷的衰减实验中,用硅烷气体吸收筒取代文献[21]中的准直器,如图 1 所示。吸收筒用铝加工而成,长为 35.6

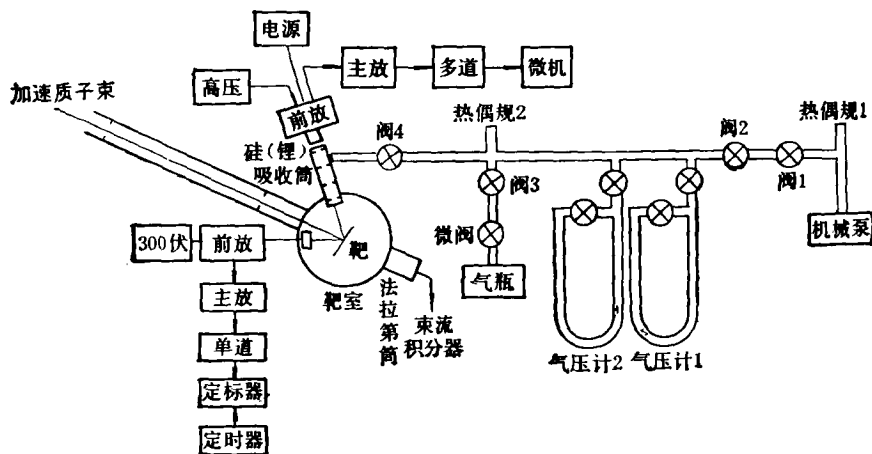


图1 硅烷衰减系数测量实验装置示意图

厘米,内半径为 1.25 厘米,两端用 15 微米厚的聚酯膜密封($\phi:10$ 毫米)。吸收筒内有四个由铝或铅做成的准直孔(孔径 $\phi:6$ 微米),并以铝、铅、铝、铅的顺序等间隔安放。硅烷气体的纯度为 99.999%。吸收筒内硅烷的气压由两套 U 型气压计测量,气压计的工作物质分别为高纯度的硅油(275 $^{\circ}$)和水银。硅油的密度及其与温度 T , (摄氏度)的关系,由国家计量科学研究院作过仔细的测量; $\rho_{\text{油}}(T) = 1.1095 - 0.000768 \cdot T$, (克/厘米 3)。水银的 $\rho_{\text{水}}(T)$ 值选自文献[23]。气压低于 100 托时用硅油气压计测量,高于 100 托时用水银气压计测量。对于真实气体,范德瓦耳斯方程成立:

$$(P + aN^2/V^2)(V/N - b) = RT, \quad (2)$$

式中 V 为吸收筒的体积(升), P 为气压(大气压), T 为绝对温度(度), N 为摩尔数, $R = 8.2505 \cdot 10^{-2}$ 大气压·升/(摩尔·度),为气体常数, a, b 为两个参数,对硅烷气体, $a = 4.320$ 升 2 大气压/摩尔 2 , $b = 0.05786$ 升/摩尔。根据 U 型气压计汞柱或油柱的高度 h 及它们的密度值 ρ ,便可求得吸收筒内的硅烷的气压 [$P = h\rho/1.03323$, (大气压)]。吸收筒的气体容积 $V = S \cdot L$ ($L = 35.6$ 厘米,为吸收筒的有效长度, S 为有效截面积)。将 P, V 值代入(2)式,便可求得单位面积上的摩尔数 ($n = N/S$) 及吸收筒内硅烷气体的厚度 ($\delta = A \cdot n$, 克/厘米 2 , 其中 $A = 32.117$ 克/摩尔,为硅烷气体的摩尔分子量)。产

生靶,如铝、硅、氧化钾、钛、钒、铁、镍、铜、金、铅、钨、铌、钼、银、铟、锡等都是选用纯度好于 99.98% 的高纯材料用滚压或真空蒸发法制备而成。

对于每一种靶元素的特征 X 射线能量,实验测得零厚度及各种不同厚度硅吸收片时的 X 射线谱(对于硅烷,则测量吸收筒内为真空状态及充以不同气压的硅烷条件下的 X 射线谱),并使极大多数元素的特征谱线的计数统计误差均小于 1.0%,因此,各种特征谱线能量下的质量衰减系数 $\mu_p(L)$ 可由实验数据用最小二乘法拟合方程(3)得到:

$$\ln I(t) = \ln I(0) - \mu_p(L) \cdot t, \quad (3)$$

式中 t 为吸收体的厚度(以克/厘米²为单位), $I(t)$ 和 $I(0)$ 为吸收体厚度为 t 和无吸收体时的归一化 X 射线强度(亦即某特征线的强度或总计数)。对每一特征线能量,我们都选用 5 种厚度的硅吸收体或 5 种气压的硅烷气体作实验测量,尽量使吸收体厚度范围满足 $2 \leq \ln [I(0)/I(t)] \leq 4$ 的要求。数据处理,拟合方程(3)时的回归系数一般均大于 0.9995。由于 $\mu_p(L)$ 中包含了射入探测器的各种散射的贡献 $\Delta\mu_p$,只有扣除这部份贡献才是所需的质量衰减系数,即 $\mu_p = \mu_p(L) - \Delta\mu_p$ 。由于探测器对吸收体所张的立体角很小, $\Delta\mu_p/\mu_p(L)$ 一般小于 0.5%。硅元素的总衰减截面 σ_{tot} 可由下式计算得到:

$$\sigma_{tot} = 10^{24} \cdot \mu_p \cdot A/N_A \quad (\text{靶原子}), \quad (4)$$

式中 A 为硅元素的原子量, N_A 为阿伏伽德罗常数。

硅元素的康普顿散射截面可由下式用数字积分求得:

$$\sigma_c = \pi r_e^2 \int_0^\pi S(X, \text{硅}) \cdot [1 + K(1 - \cos\theta)]^{-2} \cdot \left[1 + \cos^2\theta + \frac{K^2(1 - \cos\theta)^2}{1 + K(1 - \cos\theta)} \right] \cdot \sin\theta \cdot d\theta, \quad (\text{靶原子}), \quad (5)$$

式中 $S(X, \text{硅})$ 为硅元素的非相干散射函数,选自文献 [24], $X = \sin(\theta/2)/\lambda$, λ 为 X 射线波长(埃), $K = E_x$ (千电子伏)/511.0034, 是以电子静止质量 ($m_e c^2$) 为单位的 X 射线能量, E_x 是以千电子伏为单位的 X 射线能量, $r_e = e^2/m_e c^2 = 2.8179380 \times 10^{-15}$ 米, 为电子的经典半径。

用本实验测得的总截面减去上述计算所得的康普顿散射截面及文献 [22] 提供的漫散射截面的拟合值,便可求得硅元素的光电截面。

3 结果与讨论

在 11 种靶元素的 30 条特征 X 射线能量点上测得的硅烷的质量衰减系数 μ_p (硅烷) 示于表 1。由文献 [25] 提供的氢元素的实验数据取其自然对数 (即 $\ln \mu_p$ (氢) 和 $\ln E_x$), 并线性拟合,插值求得本实验所用的 30 条特征 X 射线能量点上的氢元素的质量衰减系数 μ_p (氢)。利用这些 μ_p (氢) 及本实验测得的硅烷的质量衰减系数 μ_p (硅烷), 由布喇格相加规则,即

$$\mu_p (\text{气体中的硅}) = \frac{1}{7} [8 \cdot \mu_p (\text{硅烷}) - \mu_p (\text{氢})], \quad (6)$$

可求得 μ_p (气体中的硅), 并列于表 1。

表 1 硅烷的质量衰减系数实验结果

靶	特征线	能量/千电子伏	μ_p (硅烷)/厘米 ² ·克 ⁻¹	μ_p (气体中的硅)/厘米 ² ·克 ⁻¹
铝	$K\alpha\beta$	1.486	501.6 ± 9.5	573.1
硅	$K\alpha\beta$	1.740	326.9 ± 8.5	373.4
氯化钾	氯 $K\alpha$	2.622	1220.2 ± 13.0	1394.4
	氯 $K\beta$	2.816	912.7 ± 18.7	1042.9
	钾 $K\alpha$	3.313	617.9 ± 6.4	706.0
	钾 $K\beta$	3.590	512.7 ± 8.5	585.9
钛	$K\alpha$	4.509	272.1 ± 2.8	310.8
	$K\beta$	4.932	209.4 ± 3.3	239.2
钒	$K\alpha$	4.950	205.4 ± 2.1	234.7
	$K\beta$	5.427	154.0 ± 2.4	175.9
铁	$K\alpha$	6.399	104.3 ± 1.0	119.1
	$K\beta$	7.058	78.1 ± 0.85	89.38
镍	$K\alpha$	7.472	67.3 ± 0.67	76.81
	$K\beta$	8.265	49.67 ± 0.68	56.70
铜	$K\alpha$	8.041	54.24 ± 0.54	61.92
	$K\beta$	8.905	40.14 ± 0.48	45.81
金	$L1$	8.494	46.26 ± 0.64	52.81
	$L\alpha_{12}$	9.707	30.22 ± 0.30	34.48
	$L\beta_4$	11.205	19.19 ± 0.47	21.88
	$L\beta_{123}$	11.484	18.76 ± 0.19	21.39
	$O_{s1}-L_1$	11.916	17.35 ± 0.56	19.78
	Lr_1	13.382	11.71 ± 0.22	13.34
	Lr_{23}	13.765	10.54 ± 0.31	12.00
铅	$L1$	9.185	36.52 ± 0.73	41.68
	$L\alpha_{12}$	10.542	24.58 ± 0.25	28.04
	$L\beta_6$	12.143	16.15 ± 0.38	18.41
	$L\beta_4$	12.306	15.55 ± 0.34	17.72
	$L\beta_{123}$	12.621	14.57 ± 0.15	16.60
	Lr_1	14.764	8.70 ± 0.10	9.90
	Lr_{23}	15.165	7.59 ± 0.36	8.63

表 2 列出硅元素的质量衰减系数、总截面和光电截面值, 其中 8.041—29.109 千电子伏能区的 μ_p (硅) 和 σ_{tot} 值是由硅吸收片实验得到。通过比较 8.041—15.165 千电子伏能区的 μ_p (气体中的硅) 和 μ_p (硅), 可得比值 f :

$$f = \frac{\sum [\mu_p (\text{硅})]_i}{\sum [\mu_p (\text{气体中的硅})]_i} = 1.0283. \quad (7)$$

用 1.468—8.041 千电子伏能区的 μ_p (气体中的硅) 值乘以 f , 便得到该能区硅元素的质量衰减系数 μ_p (硅), 以及相应的总截面和光电截面值。在硅的 K 吸收限以上 (即 2.6—29.0 千电子伏能区, 硅元素的质量衰减系数与 X 射线能量 E_x (千电子伏) 的关系可表示为

$$\ln \mu_p (\text{硅}) = 10.093 - 2.87737 \cdot E_x. \quad (8)$$

表2 硅元素质量衰减系数的实验结果

靶	特征线	能量/千电子伏	μ_p (硅)/厘米 ² ·克 ⁻¹	$\sigma_{tot}/$ 靶·原子 ⁻¹	$\sigma_{pe}/$ 靶·原子 ⁻¹
铝	$K\alpha\beta$	1.486	589.3 ± 9.8	$2.7458E04$	$2.7454E04$
硅	$K\alpha\beta$	1.740	384.0 ± 8.7	$1.7892E04$	$1.7888E04$
氯化钾	氯 $K\alpha$	2.622	1433.8 ± 13.4	$6.6808E04$	$6.6803E04$
	氯 $K\beta$	2.816	1072.4 ± 19.2	$4.9968E04$	$4.9963E04$
	钾 $K\alpha$	3.313	725.0 ± 7.3	$3.3781E04$	$3.3775E04$
	钾 $K\beta$	3.590	602.4 ± 8.7	$2.8069E04$	$2.8063E04$
钛	$K\alpha$	4.509	319.6 ± 3.2	$1.4892E04$	$1.4886E04$
	$K\beta$	4.932	245.9 ± 3.4	$1.1458E04$	$1.1451E04$
钒	$K\alpha$	4.950	241.5 ± 2.4	$1.1243E04$	$1.1236E04$
	$K\beta$	5.427	180.9 ± 2.51	$8.4290E03$	$8.4220E03$
铁	$K\alpha$	6.399	122.4 ± 1.22	$5.7032E03$	$5.6956E03$
	$K\beta$	7.058	91.9 ± 0.92	$4.2821E03$	$4.2748E03$
镍	$K\alpha$	7.472	79.0 ± 0.79	$3.6810E03$	$3.6730E03$
	$K\beta$	8.265	58.3 ± 0.70	$2.7165E03$	$2.7082E03$
铜	$K\alpha$	8.041	63.6 ± 0.64	$2.9634E03$	$2.9552E03$
	$K\beta$	8.905	46.9 ± 0.49	$2.1853E03$	$2.1767E03$
金	L_{I1}	8.494	53.8 ± 0.66	$2.5068E03$	$2.4984E03$
	$L\alpha_{1,2}$	9.707	35.77 ± 0.36	$1.6667E03$	$1.6579E03$
	$L\eta$	10.308	30.03 ± 0.48	$1.3992E03$	$1.3902E03$
	$L\beta_4$	11.205	23.45 ± 0.48	$1.0927E03$	$1.0835E03$
	$L\beta_{1,2,3}$	11.484	21.99 ± 0.22	$1.0246E03$	$1.0154E03$
	O_{K-L_1}	11.916	20.01 ± 0.58	$9.3237E02$	$9.2857E02$
	$L\gamma_1$	13.382	13.83 ± 0.23	$6.4441E02$	$6.3490E02$
	$L\gamma_{2,3}$	13.765	12.69 ± 0.32	$5.9129E02$	$5.8174E02$
铅	L_{I1}	9.185	42.78 ± 0.75	$1.9933E03$	$1.9847E03$
	$L\alpha_{1,2}$	10.542	28.68 ± 0.29	$1.3363E03$	$1.3273E03$
	$L\beta_6$	12.143	18.66 ± 0.39	$8.6946E02$	$8.6010E02$
	$L\beta_4$	12.306	18.02 ± 0.36	$8.3964E02$	$8.3025E02$
	$L\beta_{1,2,3}$	12.621	16.94 ± 0.17	$7.8932E02$	$7.7989E02$
	$L\beta_5$	13.015	15.93 ± 0.36	$7.4226E02$	$7.3278E02$
	$L\gamma_1$	14.764	10.43 ± 0.10	$4.8599E02$	$4.7639E02$
	$L\gamma_{2,3}$	15.165	9.51 ± 0.37	$4.4312E02$	$4.3955E02$
钨	$K\alpha$	14.931	10.09 ± 0.10	$4.7014E02$	$4.6053E02$
	$K\beta_{1,3}$	16.734	7.26 ± 0.08	$3.3824E02$	$3.2865E02$
	$K\beta_2$	17.015	7.16 ± 0.10	$3.3362E02$	$3.2399E02$
铈	$K\alpha$	16.583	7.39 ± 0.08	$3.4434E02$	$3.3471E02$
	$K\beta_{1,3}$	18.617	5.24 ± 0.06	$2.4416E02$	$2.3459E02$
	$K\beta_2$	18.953	4.89 ± 0.07	$2.2785E02$	$2.1829E02$
钼	$K\alpha$	17.443	6.42 ± 0.07	$2.9914E02$	$2.8952E02$
	$K\beta_{1,3}$	19.603	4.53 ± 0.06	$2.1108E02$	$2.0156E02$
	$K\beta_2$	19.965	4.38 ± 0.07	$2.0409E02$	$1.9459E02$

(续表)

靶	特征线	能量/千电子伏	μ_o (硅)/厘米 ² ·克 ⁻¹	$\sigma_{tot}/\text{靶} \cdot \text{原子}^{-1}$	$\sigma_{pe}/\text{靶} \cdot \text{原子}^{-1}$
银	$K\alpha$	22.103	3.23 ± 0.04	1.5050E02	1.4118E02
	$K\beta_{1,3}$	24.932	2.25 ± 0.04	1.0484E02	9.5755E01
	$K\beta_2$	25.456	2.20 ± 0.04	1.0251E02	9.3472E01
铜	$K\alpha$	24.138	2.49 ± 0.03	1.1602E02	1.0686E02
	$K\beta_{1,3}$	27.263	1.75 ± 0.02	8.1541E01	7.2611E01
	$K\beta_2$	27.861	1.67 ± 0.03	7.7814E01	6.8923E01
锡	$K\alpha$	25.192	2.21 ± 0.03	1.0297E02	9.4183E01
	$K\beta_{1,3}$	28.472	1.60 ± 0.02	7.4552E01	6.5681E01
	$K\beta_2$	29.109	1.56 ± 0.02	7.2688E01	6.3836E01

表3 硅元素质量衰减总截面各家实验结果的比较

X射线能量/ 千电子伏	质量衰减总截面/靶·原子 ⁻¹								
	本实验	[4]	[5]	[9]	[10]	[11]	[13]	[14]	[16]
6.399	5703.2					5528			
7.058	4282.1					4181			
8.041	2963.4	3017		2915	2840	2895	2905	2555	2895
8.905	2185.3					2151			2150
11.205	1092.7								
13.382	644.41						648.3		
17.443	299.14		294.9		295.2	293.0	298.4	284.2	293
19.603	211.08					209			208
22.103	150.50					147			
24.932	104.84					105			
29.109	72.69								

表4 硅元素的光电截面(靶/原子)实验值与理论值^[24]的比较

能量/(千电子伏)	本实验值	理论值	偏差/%
3.313	$3.3775E+4$	$3.5846E+4$	-5.8
4.950	$1.1236E+4$	$1.1135E+4$	+0.9
8.041	$2.9552E+4$	$2.7116E+4$	+9.0
11.484	$1.0155E+3$	$9.6083E+2$	+5.7
12.621	$7.7989E+2$	$7.2984E+2$	+6.8
16.583	$3.3471E+2$	$3.2961E+2$	+1.5
17.443	$2.8952E+2$	$2.8449E+2$	+1.8
22.103	$1.4118E+2$	$1.4278E+2$	-1.2
25.192	$9.4183E+1$	$9.7551E+1$	-3.5

衰减系数的误差来源有三项:(1)计数的统计误差,(2)硅烷气压的测量误差或硅吸收体厚度的测量误差及其均匀性引起的误差,(3)计算机解谱误差及本底误差。对于每一个靶的 $K\alpha, K\beta, L\alpha_{12}, L\beta_{12}, L\gamma_1$ 等特征线,其计数的统计误差、解谱及本底误差均小于 0.5%。硅烷气压的测量误差约为 0.5%—1.0%,硅吸收片厚度及其均匀性误差小于 0.7%,因此,

质量衰减系数的总误差约为 $\pm 1.0\% - \pm 2.0\%$, 但对于 $K\beta_2$ 及其它的 LX 特征线, 由于其强度较弱, 计数的统计误差稍大于 1.0% , 所以其总误差也略大于 $\pm 2\%$ 。这些结果也列于表 2。

表 3 列出本实验和早先各家的结果。通过比较可知, 本实验结果与各家实验值在彼此的误差范围内是一致的, 但本实验结果比各家实验值平均高出 1.7% 左右。从总截面中减去各种散射截面而得到的光电截面值列于表 2。本实验所得的光电截面值与 Scofield^[26] 的理论值的比较列于表 4, 前者比后者平均大 1.69% 。

从 (7) 式可知: 布喇格相加规则在气体化合物硅烷中, 在 2.83% 的范围 (这范围略大于测量误差) 内是适用的, 或者说利用布喇格相加规则引起的偏离不超过 3% 。引起布喇格规则发生偏差的原因可能是气体化合物中原子间的结合比较疏松, 价电子状态的差异较大造成的。

- [1] D. H. Tomboulian and D. H. Bedo, *Phys. Rev.*, **104** (1956), 590.
- [2] R. B. Roof, Jr., *Phys. Rev.*, **113** (1959), 826.
- [3] A. Authier, *Acta Crystallogr.*, **14** (1961), 287.
- [4] M. Lefeld-Sosnowska, *Phys. Status solidi*, **7** (1964), 449.
- [5] J. J. DeMarco and R. J. Weiss, *Phys. Rev.*, **A137** (1965), 1869.
- [6] O. A. Ershov and A. P. Lukirskii, *Fiz. Tverd. Tela*, **8** (1966), 2137.
- [7] E. Kohlhaas and F. Scheiding, *Proc. 5th Int. Congr. X-ray Optics and Microanalysis*, Tubingen (1968), p193.
- [8] W. Panzer, F. Perzl and G. Drexler, Paper No. 42, Premier Congres Europeen de radioprotection, Menton, France, Oct. (1968), p. 9—11.
- [9] N. G. Alexandropoulos, *Rev. Sci. Instr.*, **40** (1969), 952.
- [10] M. D. Giardina and A. Merlini, *Z. Naturforsch.*, **28a** (1973), 1360.
- [11] G. Hildebrandt, J. D. Stephenson and H. Wagenfeld, *Z. Naturforsch.*, **28a** (1973), 588.
- [12] F. A. Hanser and B. Sellers, *Rev. Sci. Instr.*, **45** (1974), 226.
- [13] R. H. Millar and J. R. Greening, *J. Phys. B*, **7** (1974), 2332.
- [14] J. L. Lawrence, *Acta Crystallogr., Sect. A*, **33** (1977), 343.
- [15] L. Gerward and G. Thuesen, *Z. Naturforsch.*, **32a** (1977), 588.
- [16] L. Gerward, *J. Phys. B*, **14** (1981), 3389.
- [17] I. S. Nathuran, S. Rao and M. K. Mehta, *Indian J. Phys.*, **A58** (1984), 300.
- [18] J. F. Mika, L. J. Martin and Z. Barnea, *J. Phys. C*, **18** (1985), 5215.
- [19] D. C. Creagh, *Nucl. Instr. and Meth.*, **A255** (1987), 1.
- [20] E. B. Saloman, J. H. Hubbell and J. H. Scofield, *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, **38** (1988), 1.
- [21] W. Dachun, Ding Xunliang Y. Hua and L. Pingan, *Acta Physica Sinica (Overseas Edition)*, **1** (1992), 138.
- [22] L. Gerward and G. Thuesen, *Z. Naturf.*, **33A** (1977), 588.
- [23] 疏密, 李兴华, 计量工作, (2)(1976), 25.
- [24] J. H. Hubbell, W. J. Veigele, E. A. Briggs, R. T. Brown, D. T. Cromer and R. J. Howerton, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **4** (3) (1975), 471.
- [25] J. H. Hubbell, *Int. J. Appl. Radiat. Isot.*, **33** (1982), 1269.
- [26] J. H. Scofield, Lawrence Livermore Laboratory Report UCRL-51326 (1973).

MEASUREMENT OF THE MASS ATTENUATION COEFFICIENTS FOR SiH₄ AND Si

WANG DA-CHUN LUO PING-AN YANG HUA

*(Institute of Low Energy Nuclear Physics, Beijing Normal University, Beijing 100875;
Beijing Radiation Center, Beijing 100875)*

WANG ZHI-DONG

*(Institute of Science and Technology Policy and Administrative Science,
Academia Sinica, Beijing 100080)*

(Received 8 September 1994)

ABSTRACT

With X-rays produced by protons exciting elemental and compound targets the mass attenuation coefficients have been systematically measured for SiH₄ in the range of X-ray energy 1.486—15.165 keV, for Si in 8.041—29.109 keV. Not only the validity of Bragg's additivity law in the gaseous compound was verified by experiment, but also the mass attenuation coefficients of Si in the energy range 1.4—6 keV were obtained. The photoelectric cross sections have been obtained by subtracting thermal diffuse scattering and Compton scattering cross section from the measured total cross sections and compared with the theoretical results.

PACC: 7870D; 0785