

Рис. 5. Полное сечение комptonовского рассеяния кванта на свободном электроне σ/φ_0 как функция энергии γ -кванта.

сечения перечисленных процессов, отнесённые на 1 атом среды, то:

$$\mu = N \sum_{i=1, 2, 3} \sigma_i. \quad (9)$$

В случае фотоэффекта γ -квант поглощается, а его энергия $\hbar\omega$ передаётся электрону, к-рый покидает атом с кинетич. энергией $T = \hbar\omega - \varepsilon_{св}$ ($\varepsilon_{св}$ — энергия связи электрона в атоме). Вблизи порога фотоионизации ($\hbar\omega \sim \varepsilon_{св}$) с ростом $\hbar\omega$ сечение фотоэффекта убывает

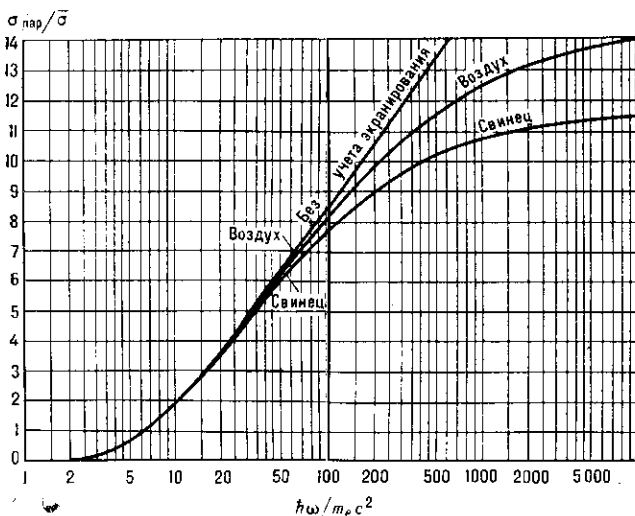


Рис. 6. Полное сечение рождения позитрон-электронной пары в зависимости от энергии γ -кванта.

как $(\hbar\omega)^{-3/2}$. При энергиях γ -квантов, превышающих $\varepsilon_{св}$ K -электронов, осн. вклад ($\sim 80\%$) в полное сечение фотоэффекта вносит K -оболочка, тогда как на долю заполненной L -оболочки приходится $\sim 16\%$, а вклад M -оболочки $\sim 4\%$. Сечение фотоионизации σ_K на K -оболочке атома для разных $\hbar\omega$ приведено на рис. 4 в виде зависимости $\lg(\sigma_K/\varphi_0)$ от $(\hbar\omega/mc^2)$, где $\varphi_0 =$

$$410 = \frac{8\pi}{3} \left(\frac{e^2}{m_e c^2} \right)^2 = 6,651 \cdot 10^{-25} \text{ см}^2.$$

В отличие от фотоэффекта, в комptonовском рассеянии γ -кванта на слабосвязанных (квазисвободных) электронах происходит преобразование падающего пучка γ -квантов с исходной энергией $\hbar\omega$ в рассеянный поток γ -квантов с энергией $\hbar\omega'$, зависящей от угла рассеяния θ относительно направления первонач. кванта k :

$$\hbar\omega'(\theta) = \hbar\omega \left[1 + \frac{\hbar\omega}{m_e c^2} (1 - \cos\theta) \right]^{-1}. \quad (10)$$

Т. о., энергия рассеянного γ -кванта изменяется от $\hbar\omega$ при $\theta = 0^\circ$ до $\hbar\omega' = \hbar\omega [1 + 2\hbar\omega/m_e c^2]^{-1}$ при $\theta = \pi$. Зависимость сечения комptonовского рассеяния квантов на свободном покоемся электроне от энергии кванта приведена на рис. 5. При энергии $\hbar\omega$, существ.

венно превышающей энергию связи K -электрона, полное сечение комptonовского рассеяния на атоме можно считать пропорц. числу электронов, т. е. заряду Z ядра для нейтральных атомов (см. *Комптона эффект*).

В процессе образования электрон-позитронной пары (e^-e^+) в кулоновском поле ядра, как и в случае фотоэффекта, γ -квант поглощается и его энергия распределяется гл. обр. между позитроном и электроном; $\mu, \text{см}^{-1}$

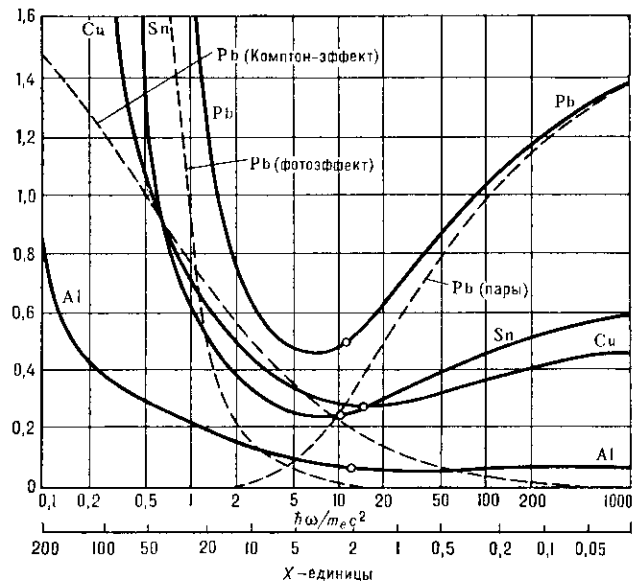


Рис. 7. Коэффициент поглощения гамма-излучения μ в зависимости от энергии кванта $\hbar\omega$. Для Pb приведено также поведение составляющих, обусловленных фотоэффектом, комptonовским рассеянием и эффектом рождения пары.

часть импульса передаётся ядру. Поэтому сечение рождения пары в поле атомного ядра пропорц. Z^2 :

$$\sigma_{\text{пар}}/\bar{\sigma} \sim \hbar\omega/m_e c^2; \quad \bar{\sigma} = \frac{Z^2}{137} \left(\frac{e^2}{m_e c^2} \right)^2. \quad (11)$$

Зависимость полного сечения рождения пары от энергии γ -кванта дана на рис. 6 для воздуха ($Z_{\text{эф}}=7,2$) и Pb ($Z=82$).