

The background features a dark blue gradient with a starry space pattern. On the left side, there are several technical diagrams, including circular gauges with numerical scales (140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260) and various circular arrows indicating rotation or flow. The main title is centered in the lower half of the image.

# ЭФФЕКТ КОМПТОНА

ФИЛИППОВ ДАНИИЛ

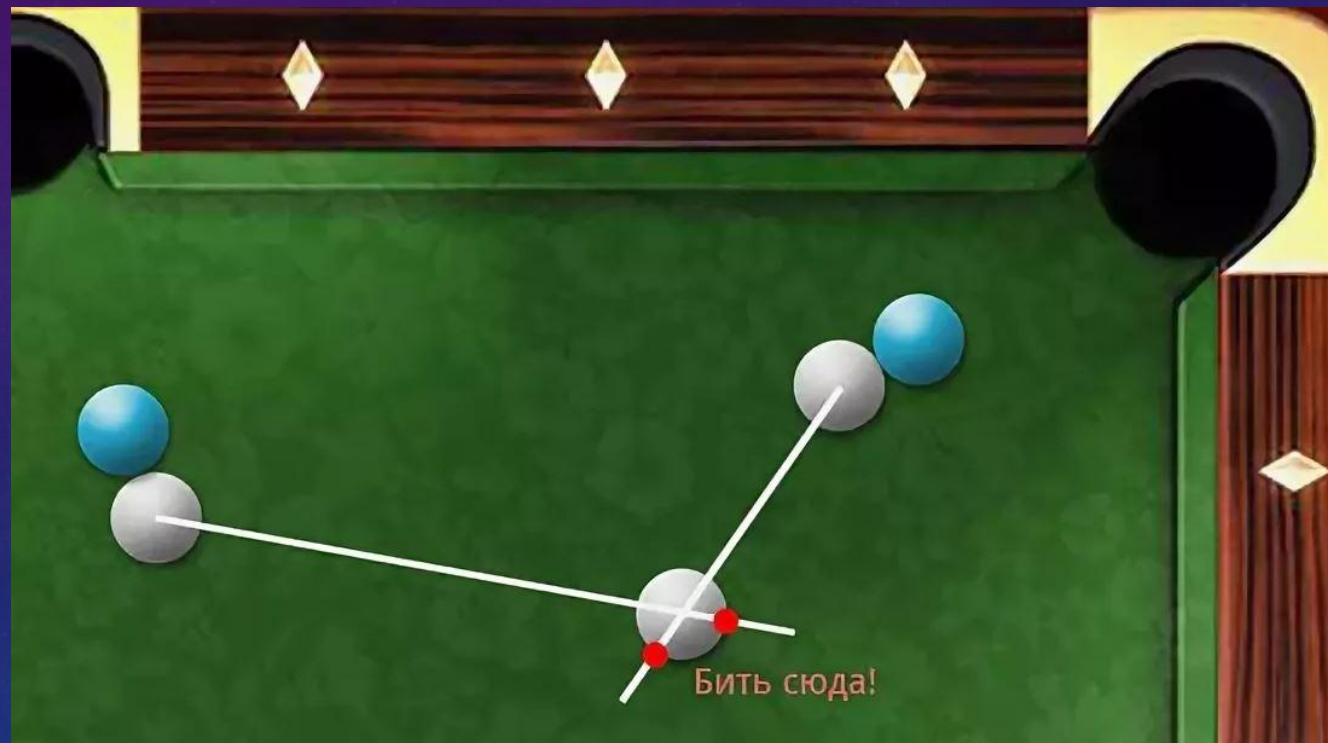
блинчики

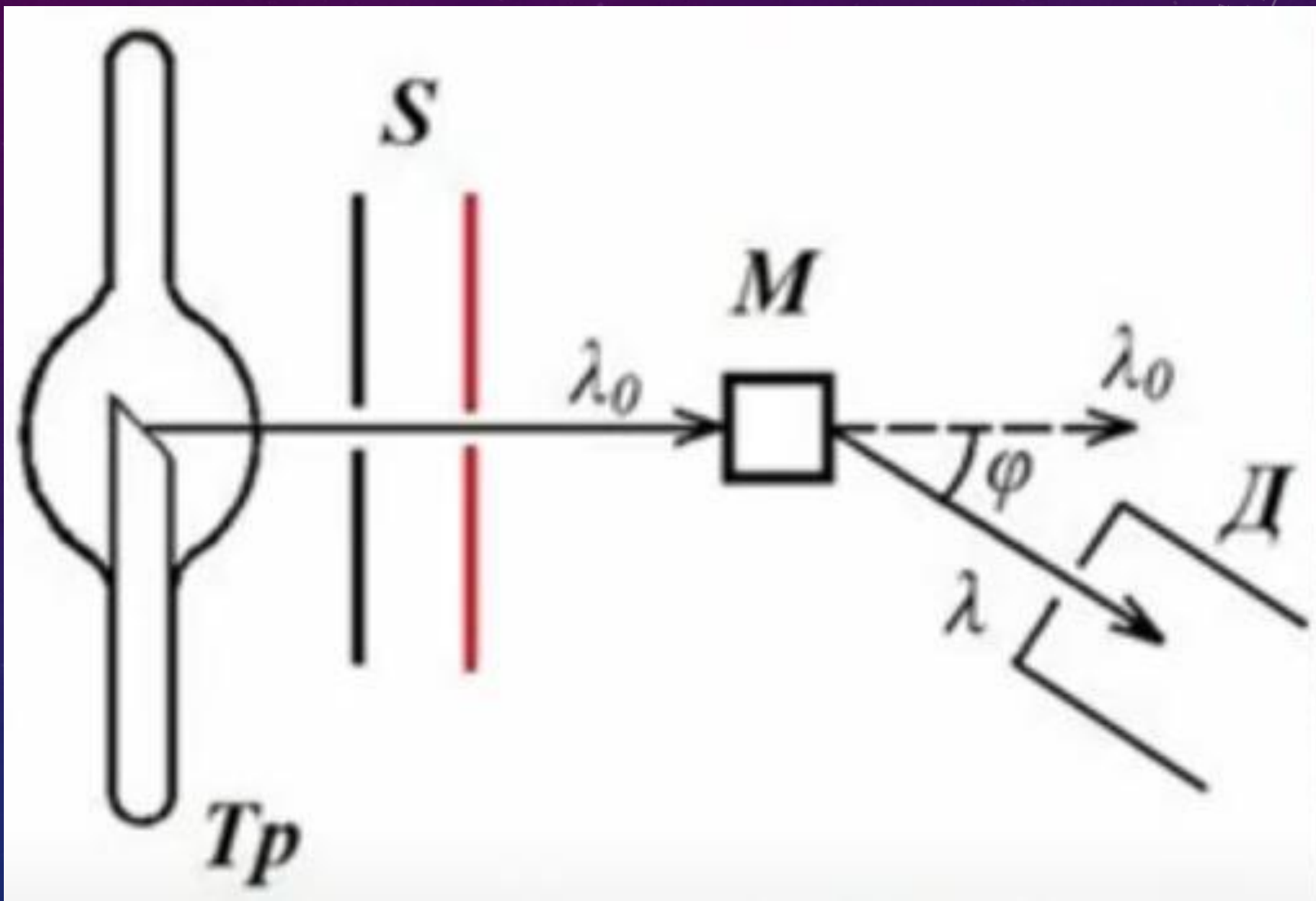


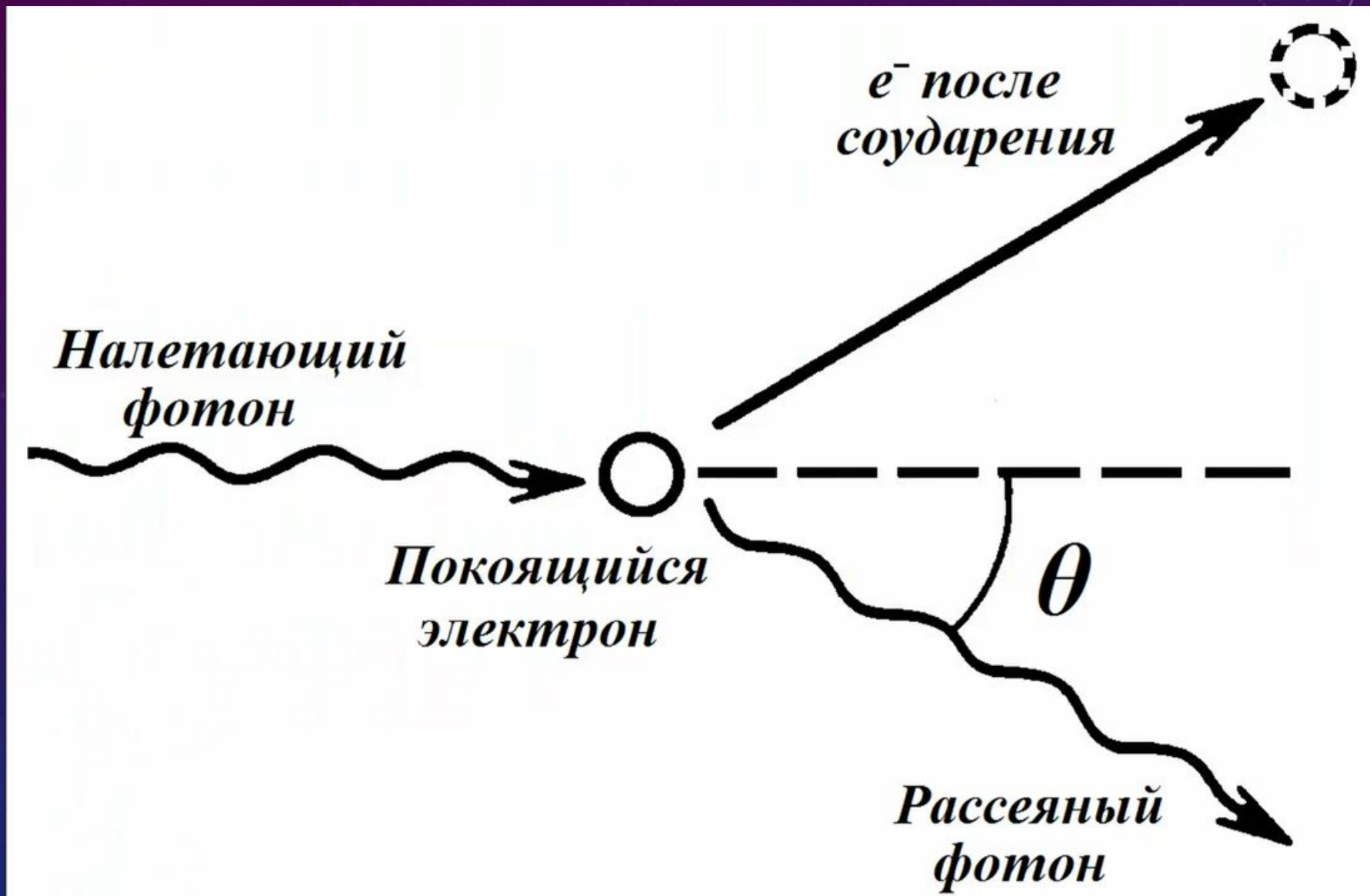
боулинг



# БИЛЬЯРД







Пусть фотон с энергией  $h\nu$  падает на покоящийся электрон. Запишем уравнения, выражающие законы сохранения энергии и импульса:  
 1. энергия до столкновения (энергия фотона  $h\nu$  плюс энергия покоя электрона) должна равняться энергии после столкновения (энергия  $h\nu'$  рассеянного фотона плюс полная энергия получившего отдачу электрона)

$$h\nu + m_0c^2 = h\nu' + mc^2, \quad (1)$$

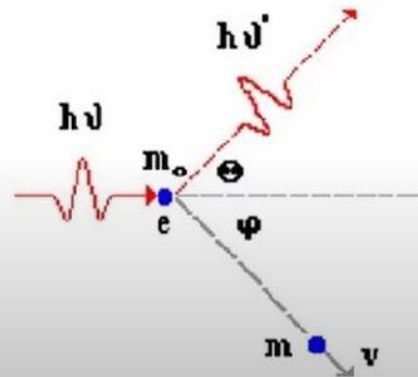
где  $m_0$  - масса покоящегося электрона,  $m$  - масса движущегося электрона,  $c$  - скорость света;

2. импульс падающего фотона  $p$  должен равняться сумме импульсов электрона  $p_e$  и рассеянного фотона  $p'$

$$p = p' + p_e \quad (2)$$

Энергия фотона связана с импульсом соотношением

$$|p| = h\nu/c. \quad (3)$$



Преобразуем выражение (1): перенесем энергию рассеянного кванта в левую часть, выразим энергии квантов через импульсы в соответствии с (3), разделим обе части равенства на  $c$  и возведем в квадрат

$$(p - p' + m_0c)^2 = (mc)^2. \quad (4)$$

В законе сохранения импульса (2) перенесем импульс рассеянного кванта в левую часть и возведем в квадрат обе части равенства

$$p^2 - 2pp' + p'^2 = p_e^2. \quad (5)$$

После вычитания последнего равенства из (4) получим

$$-2pp' + 2pp'\cos\Theta + 2pm_0c - 2p'm_0c + m_0^2c^2 = m^2c^2 - p_e^2 \quad (6)$$

Квадрат полной энергии электрона

$$E_e^2 = (mc^2)^2 = p_e^2c^2 + m_0^2c^4.$$

$$E_e^2 = (mc^2)^2 = p_e^2 c^2 + m_0^2 c^4.$$

Учитывая это, замечаем, что правая часть (6) равна  $m_0^2 c^2$ . Точно такое же слагаемое есть и в левой части (6). После сокращений получим выражение для модуля импульса рассеянного фотона

$$p' = p/[1 + (p/mc)(1 - \cos\Theta)]. \quad (7)$$

Поскольку импульс фотона  $p = h/\lambda$ , получаем окончательное выражение для изменения длины волны рассеянного фотона

$$\lambda' - \lambda = (h/m_0c)(1 - \cos\Theta). \quad (8)$$

Величина  $h/m_0c$  называется *комптоновской длиной волны электрона*, ее численное значение равно  $h/m_0c = 2.4263096(15) \cdot 10^{-12}$  м. Это длина волны фотона с энергией, равной  $m_0c^2$  - энергии покоя электрона. Убедитесь, что если бы эффект Комптона можно было наблюдать в видимой части спектра, смещение длины волны составило бы тысячные доли длины первичной волны. В рентгеновской области ( $h\nu$  порядка кэВ) изменение порядка 10%, для  $\gamma$  - лучей ( $h\nu$  порядка МэВ) оно сравнимо с длиной волны.

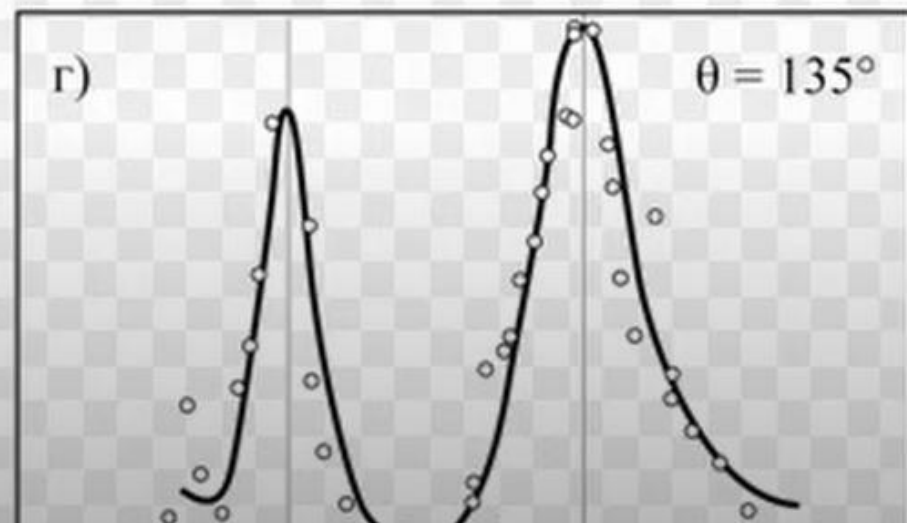
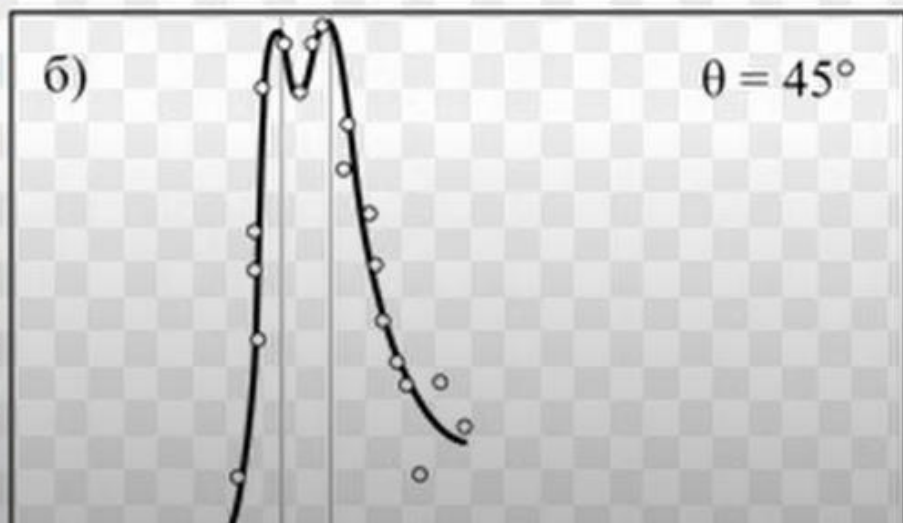
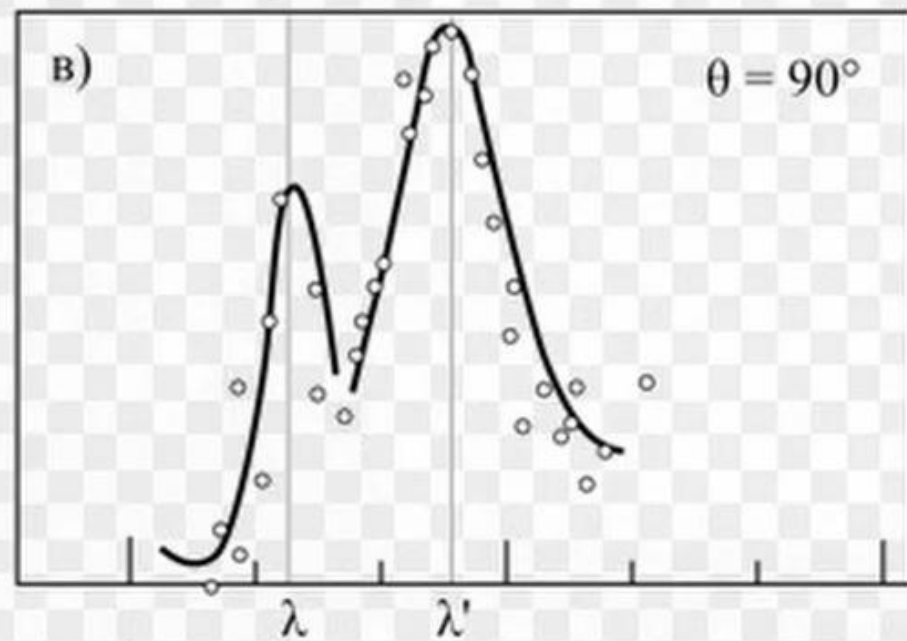
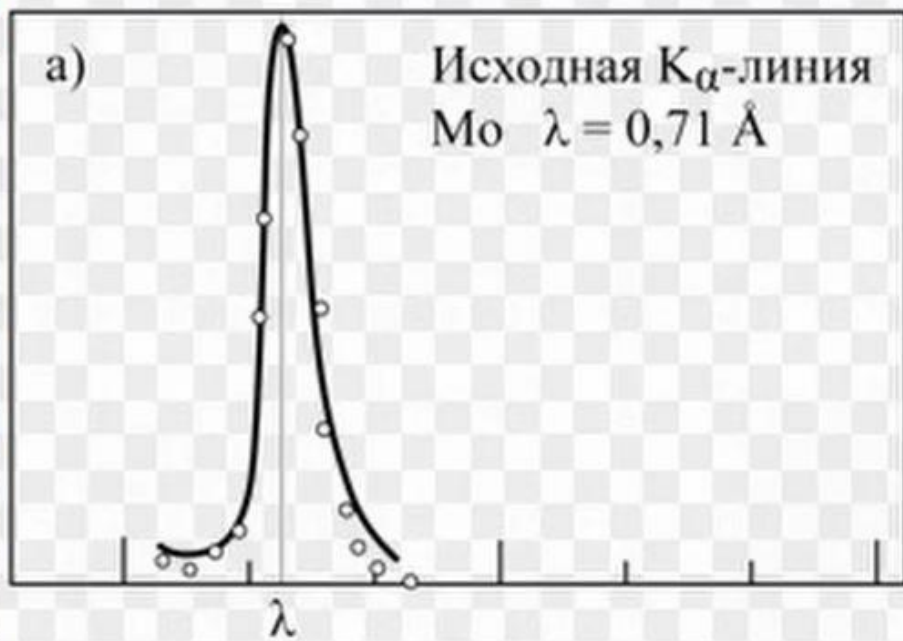
$$p' = p/[1 + (p/mc)(1 - \cos\Theta)]. \quad (7)$$

Если обе части равенства (7) умножить на  $c$ , получим энергию рассеянного фотона

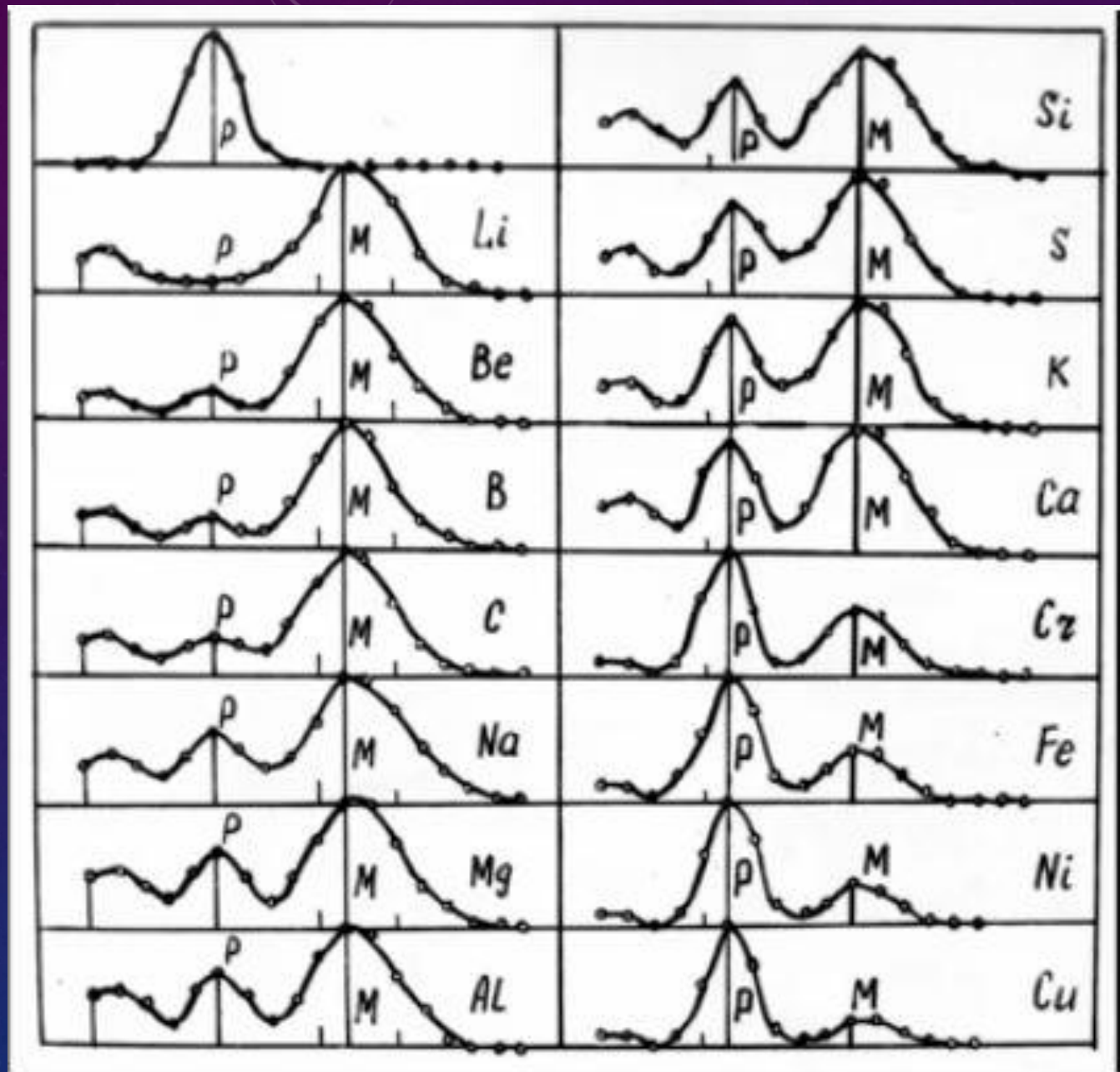
$$h\nu' = h\nu/[1 + (h\nu/m_0c^2)(1 - \cos\Theta)]. \quad (9)$$

Разность энергий первичного и рассеянного фотонов равна кинетической энергии электрона, который А.Комптон назвал "электроном отдачи",

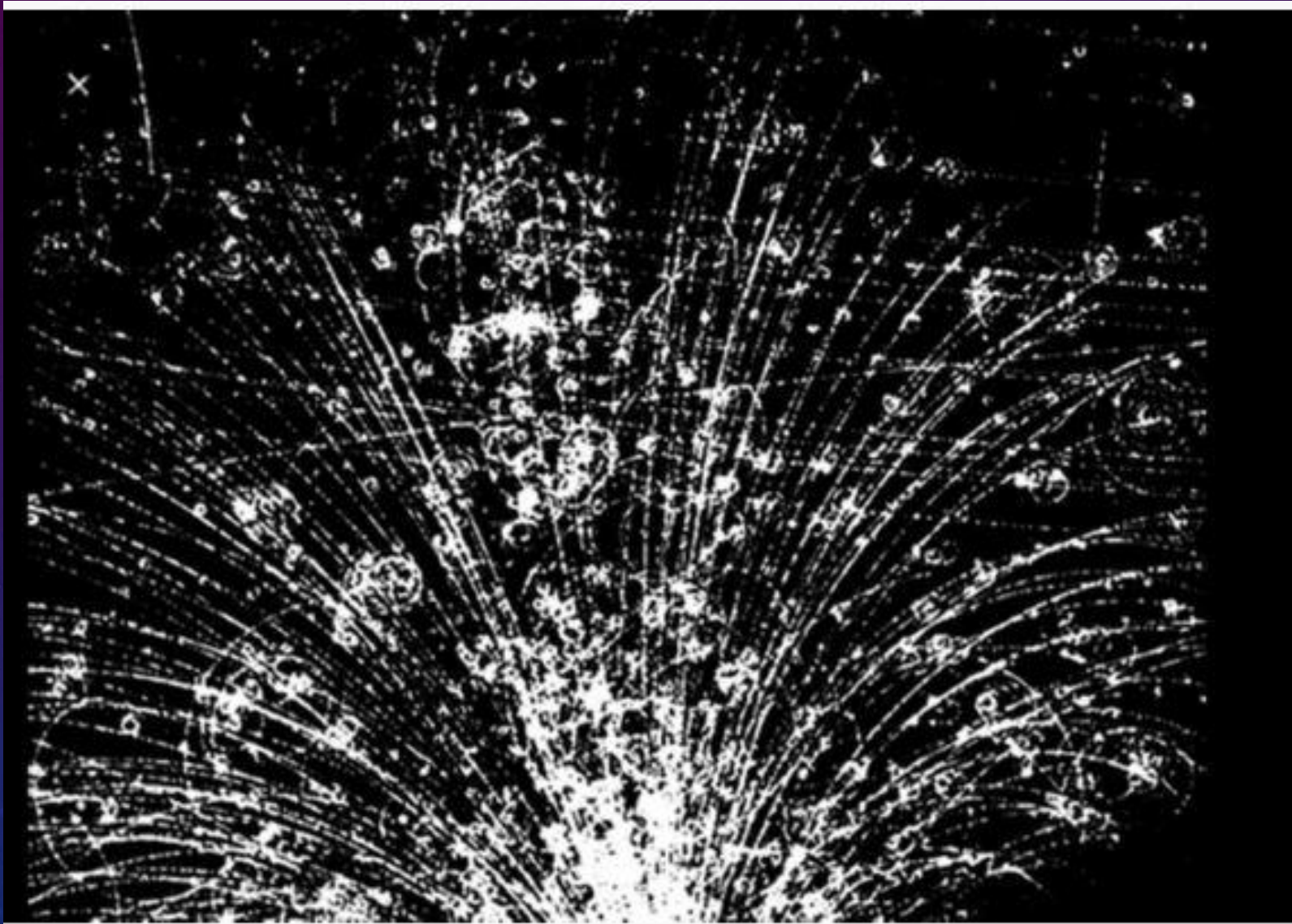
$$T_e = h\nu - h\nu'.$$

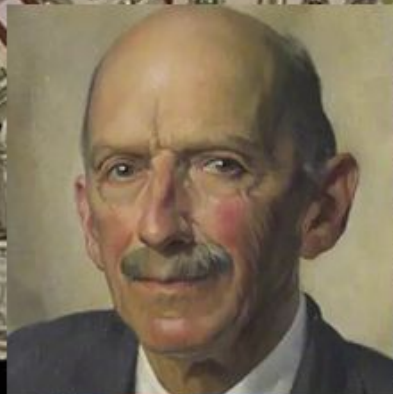












Вильсон



ТОМСОН

