

Прочитайте текст и выполните задания 16, 17 и 18.

**Прохождение бета-излучения сквозь вещество**

Через несколько лет после открытия А. Беккерелем радиоактивности был установлен сложный состав радиоактивного излучения, одна из компонент которого получила название «β-лучи». Исторически под β-лучами понимали потоки электронов, появляющиеся в результате радиоактивного распада ядер атомов, причём скорости их могут составлять до 99% от скорости света. Они обладают и относительно большой кинетической энергией.

Первые исследования показали, что, взаимодействуя с веществом, β-лучи поглощаются им, рассеиваются, нагревают и ионизируют вещество, воздействуют на фотопластинку. Рассеяние узкого потока β-лучей наблюдается уже на тонких Al фольгах. В вакууме при отсутствии преграды на фотопластинке появлялось тёмное пятно с чёткими ровными краями, если на пути β-лучей помещали фольги разной толщины, то края пятна размывались, а изображение тускнело, при этом поглощение лучей было не велико, а весь поток рассеивался по всё большему телесному углу, всё более равномерно засвечивая фотопластинку, пока при фольге, толщиной 50 мкм, его действие не сравнилось с действием сопутствующего γ-излучения.

Поглощение излучения в веществе характеризуют толщиной слоя половинного поглощения *d*. Например, Al фольга, *d* = 0,16 мм, снижает β-излучение вдвое, а слой Al в 0,32*d*мм — вчетверо и т. д. Радиоактивные вещества при распаде выделяют разную энергию, испускают β-лучи разной интенсивности. При этом коэффициент поглощения μ для одного и того же вещества будет разным, см. таблицу 1. Для одного и того же излучения коэффициент μ для воздуха и Al различается в тысячу раз. Одна из видимых причин — различие в плотности, см. таблица 2.

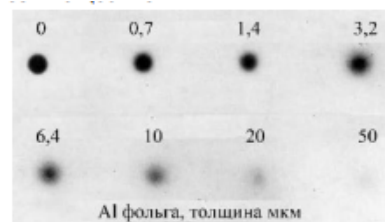


Рис. 1. Рассеяние β-лучей, по Г. Хевеши

**Таблица 1. Коэффициент поглощения β-лучей и энергия радиоактивного распада**

Изотоп	μ, см <sup>-1</sup>		W, МэВ
	Al	Воздух, <i>t</i> = 22 °С, <i>p</i> = 760 мм рт. ст.	
торий	510	—	0,273
протактиний	14	—	2,197
висмут	43	0,0152	1,426
свинец	—	0,090	0,570
свинец	5500	0,64	0,064

**Таблица 2. Коэффициент поглощения β-лучей <sup>234</sup>Pa и плотность материала**

Материал	ρ, г/см <sup>3</sup>	$\frac{\mu}{\rho}$ , см <sup>2</sup> /Г
Уголь	1,8	4,4
Сера	2,0	6,6
Бор	2,4	4,65
Алюминий	2,7	5,26
Барий	3,8	8,8
Йод	4,9	10,8
Олово	7,3	9,46
Медь	8,9	6,8
Свинец	11,3	10,5
Золото	19,8	9,5

Было отмечено, что α-частицы, испускаемые Po, перестают засвечивать фотопластинку в воздухе на расстоянии *R* = 3,83 см, они не ионизируют воздух на больших расстояниях. Расстояние *R* получило название длины свободного пробега. Этой же величиной можно характеризовать расстояние воздействия не только α-, но и β-лучей. Длина свободного пробега β-лучей обычно определяется в материалах более плотных, чем воздух. Опыт показал, что величина *L* = *R*×ρ практически не зависит от ρ и приблизительно одинакова для веществ с не слишком разными атомными номерами. Для

Al, по данным Г. Хевеши, зависимость  $L$  от скорости электронов, отнесённой к скорости света, представлена на рис. 2. При движении по веществу скорость  $\beta$ -лучей падает, так, Al пластина (2 мм) снижает скорость примерно на 30%. При этом, если для  $\beta$ -лучей, имеющих скорость  $0,95c$ , слой половинного поглощения есть  $d$ , то для  $0,67c$  — только  $0,1d$ .

Каков должен быть слой Al, ослабляющий  $\beta$ -излучение от протактиния вчетверо?