

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

В данном разделе приведены контрольные задания в форме тестов, выполнение которых способствует закреплению знаний по курсу. Каждое задание состоит из задач, решение которых, как правило, не связано с вычислительной работой, но требует ясного понимания физических процессов и закономерностей по соответствующему разделу. Для правильных ответов на поставленные в задачах вопросы достаточно знаний в виде условного числа (условные числа указаны в скобках). Для проверки результата сложите условные числа всех Ваших ответов и полученную сумму сравните с контрольным числом, (см. Ответы). Совпадение чисел означает, что все задачи решены правильно. Если полученная Вами сумма не совпадает с контрольным числом, то следует искать ошибки в ответах; полезно при этом еще раз внимательно изучить соответствующий раздел учебника.

Задание № 1

Тест 1. Имеется два источника, испускающих моноэнергетическое фотонное излучение. Энергия фотона от каждого источника различна. В двух экспериментах измеряли в некоторой точке пространства плотность потока энергии от первого источника, плотность потока от второго источника и суммарную мощность экспозиционной дозы. В первом эксперименте плотность потока энергии от каждого источника была соответственно I_1 и I_2 . Во втором – плотность потока энергии от первого источника оказалась равной I_2 , а от второго – I_1 .

1. Была ли одинакова мощность экспозиционной дозы в первом и во втором экспериментах?

а) да (17); б) нет (8).

2. Тот же вопрос при условии, что энергия фотонов от обоих источников одинакова:

а) да (23); б) нет (29).

Тест 2. В некоторой точке пространства в поле фотонного излучения были измерены плотность потока фотонов, плотность потока энергии и мощность экспозиционной дозы. Затем эти измерения были повторены при измененных условиях эксперимента. Могут ли иметь место следующие результаты?

1. Мощность экспозиционной дозы и плотность потока энергии в двух измерениях оказались разными, а плотность потока фотонов в обоих случаях – одинакова.

а) да (21); б) нет (10).

2. Плотность потока энергии и плотность потока фотонов в обоих случаях одинаковы, а мощность экспозиционной дозы разная:

а) да (7); б) нет (28).

3. Мощность экспозиционной дозы и плотность потока энергии не изменились, а плотность потока фотонов изменилась:

а) да (20); б) нет (6).

4. Мощность экспозиционной дозы и плотность фотонов в двух измерениях одинаковы, а плотность потока энергии различна:

а) да (15); б) нет (11).

Тест 3. В двух различных экспериментах измеряли поглощенную энергию фотонного излучения в 1 г алюминия, и оказалось, что в обоих случаях поглощенная энергия одна и та же. Энергия фотона в первом эксперименте такова, что основной процесс взаимодействия – фотоэффект, а во втором – комптон-эффект.

1. Если вместо алюминия поместить воду, то поглощенная в 1 г воды энергия будет больше или меньше, чем для алюминия, в каждом эксперименте?

1) в 1-м:

- а) больше (4);
- б) меньше (30);
- в) равна (12).

2) во 2-м:

- а) больше (1);
- б) меньше (7);
- в) равна (27).

2. В каком эксперименте интенсивность излучения выше?

а) в 1-м (11); б) во 2-м (2).

Тест 4. Сложное вещество дважды облучается фотонами. В первом случае энергия фотонов такова, что одновременно имеют место фотоэффект и комптон-эффект, во втором – комптон-эффект и образование пар. В каком из двух вычисленных случаев эффективный атомный номер облучаемого вещества окажется больше?

- а) в 1-м (5);
- б) во 2-м (13);
- в) одинаков в обоих случаях (9).

Тест 5. Доза фотонного излучения, измеренная в малом замкнутом объеме воздуха при нормальных условиях и выраженная в греях, численно оказалась в 114 раз меньше, чем экспозиционная доза этого же излучения, выраженная в рентгенах. Имеет ли место электронное равновесие в выбранном объеме воздуха?

а) да (2); б) нет (19).

Тест 6. Малый замкнутый объем воздуха при нормальных условиях находится в поле фотонного излучения в том месте, где мощность экспозиционной дозы равна $1,5 \text{ Р/с}$. Специальные измерения показали, что в 1 см^3 этого объема образуется в 1 с $4,5 \cdot 10^9$ пар ионов. Имеет ли место электронное равновесие?

а) да (25); б) нет (26).

Тест 7. Сферическая поверхность равномерно покрыта тонким непоглощающим слоем радиоактивного нуклида, испускающего во все стороны излучение. Со всей поверхности сферы в единицу времени испускается энергия E . Предположим, что поглощения излучения в окружающем пространстве нет. Мысленно окружим эту сферу концентрически другой сферой радиусом R . Так как поглощение отсутствует, то вся энергия, выходящая с поверхности основной сферы, пройдет через поверхность сферы, площадь которой $4R^2$.

Будет ли плотность потока энергии на расстоянии R от центра сферы равна величине $E/(4R^2)$?

а) да (24); б) нет (16).

Тест 8. Узкий параллельный пучок моноэнергетического фотонного излучения проходит через плоский поглотитель. Измеряют мощность экспозиционной дозы и плотность потока энергии перед поглотителем и за поглотителем. По результатам измерений вычисляют коэффициенты ослабления плотности потока энергии K_1 и мощности дозы K_2 в предположении экспоненциального закона ослабления.

Что будет больше K_1 или K_2 ?

а) $K_1 = K_2$ (3);

б) $K_1 < K_2$ (14);

в) $K_1 > K_2$ (18).

Тест 9. Одной и той же ионизационной камерой дважды проводили измерения в поле гамма-излучения неизменного спектрального состава. Мощность экспозиционной дозы во втором случае была в 6,25 раза больше, чем в первом, а напряжение на электродах камеры во втором случае было в 1,6 раза выше.

Оставалась ли постоянной эффективность собирания ионов?

- а) да (18);
- б) в 1-м больше (10);
- в) во 2-м больше (5).

Тест 10. В ионизационной камере уменьшили расстояние между электродами.

Как изменилась эффективность собирания ионов в одном и том же поле излучения, если напряженность электрического поля в камере осталась одной и той же?

- а) не изменилась (25);
- б) увеличилась (3);
- в) уменьшилась (11).

Тест 11. Одной и той же ионизационной камерой измеряли дозу непрерывного и импульсного излучений. Среднее значение излучения за одно и то же время в обоих случаях было одинаковым.

В каком случае эффективность собирания ионов в камере была больше?

- а) в обоих случаях одинакова (14);
- б) для непрерывного излучения (19);
- в) для импульсного излучения (22).

Тест 12. Мгновенный ионизационный импульс создал в пределах объема ионизационной камеры концентрацию ионов, равную $3,12 \cdot 10^{12}$ пар ионов в

1 см³. Через 0,2 мкс концентрация ионов уменьшалась в 2 раза. Коэффициент рекомбинации ионов в воздухе равен $1,6 \cdot 10^{-6}$ см³/с.

Было ли приложено к электродам камеры электрическое напряжение?

а) да (17); б) нет (6).

Задание № 2

Тест 13. Бесконечно толстый протяженный блок однородного вещества частично заполнен равномерно распределенной β -активностью так, что можно выделить плоскую границу раздела, по одну сторону которой радиоактивность есть, а по другую – нет. Мощность поглощенной дозы β -излучения на расстоянии от границы раздела большем, чем пробег самых быстрых β -частиц, в глубине радиоактивной части блока равна D_β . Измеренное значение мощности дозы на некотором расстоянии x от границы раздела равно $D_x = (2/3) D_\beta$.

В пределах какой части блока была измерена мощность дозы D_x ?

- а) на границе раздела (1);
- б) в пределах радиоактивной части (5);
- в) в пределах нерадиоактивной части (8).

Тест 14. В условиях теста № 13 нерадиоактивная часть блока заменена вакуумом и мощность дозы на границе раздела равна D_0 .

Чему равна мощность дозы D_0 ?

- а) $D_0 = 0.5D_\beta$ (37);
- б) $D_0 < 0.5D_\beta$ (47);
- в) $D_0 > 0.5D_\beta$ (37).

Тест 15. В смешанном потоке гамма-нейтронного излучения соотношение между нейтронной и гамма-составляющими изменилось таким образом, что эквивалентная доза смешанного излучения осталась той же самой, а

поглощенная доза увеличилась. Показание дозиметра при этом увеличилось в k раз (k – коэффициент качества нейтронной составляющей излучения).

Показания дозиметра пропорциональны или нет поглощенной дозе смешанного излучения?

а) да (9); б) нет (3).

Тест 16. Сцинтилляционный дозиметр с органическим сцинтиллятором используется в счетном режиме. Скорость счета измеряется в первом случае в потоке моноэнергетических нейтронов с энергией 1 МэВ, во втором – в поле моноэнергетического гамма-излучения с энергией 0,5 МэВ. Доза излучения в обоих случаях одинакова.

Каково соотношение между скоростями счета?

а) скорости счета одинаковы (7);

б) в 1-м больше (11);

в) во 2-м больше (2).

Тест 17. Сцинтилляционный дозиметр с органическим однородным сцинтиллятором в токовом режиме помещали в одном случае в поле нейтронного излучения, в другом – в поле гамма-излучения. Известно, что доза нейтронов равна дозе гамма-излучения, а средняя энергия гамма-кванта равна средней энергии нейтронов.

Как соотносятся измеряемые токи в первом и во втором случаях?

а) токи одинаковы (9);

б) в 1-м больше (15);

в) во 2-м больше (8).

Тест 18. В поле одного и того же потока тепловых нейтронов помещены два активационных детектора. Первый из них облучали в течение малого времени, так что $\lambda t = 3/10$ –3; второй облучали столь длительное время,

что установилось равновесное состояние. Активность второго детектора оказалась в $2 \cdot 10^2$ раз больше активности первого.

Тождественны ли детекторы между собой по составу?

а) да (17); б) нет (11).

Тест 19. Плотность распределения по ЛПЭ числа частиц в потоке излучения подчиняется закону $1/L$.

Как зависит плотность распределения дозы по ЛПЭ от величины L ?

- а) не зависит (21);
- б) пропорциональна L (3);
- в) пропорциональна $1/L$ (17).

Тест 20. Сферический пропорциональный счетчик находится в поле однородного излучения, частицы которого входят в чувствительный объем счетчика с фиксированным значением ЛПЭ. Определяется вероятность возникновения импульсов с заданным значением амплитуды.

1. Как изменится упомянутая вероятность, если амплитуда возрастет?

- а) не изменится (40);
- б) уменьшится (5);
- в) увеличится (13).

2. Как изменится упомянутая вероятность, если частицы будут иметь более высокое значение линейной энергии ЛПЭ?

- а) не изменится (2);
- б) уменьшится (18);
- в) увеличится (7).

Тест 21. Сферический пропорциональный счетчик показал прямоугольное распределение импульсов по амплитудам в поле излучения, состоящего из частиц со значениями ЛПЭ от нуля до некоторого максимального значения

L_m . Какова зависимость дозы от L_m , если плотность потока частиц остается неизменной?

- а) не зависит (23);
- б) падает с ростом L_m (16);
- в) растет как $m^2 L$ (4).

Тест 22. Имеются два набора (в каждом по три) сложенных вместе однородных аэрозольных фильтров. Общая толщина наборов одинакова, а толщина отдельных фильтров различна: в первом наборе два крайних фильтра равны по толщине, а средний – толще; во втором – два крайних фильтра также равны между собой, а средний – тоньше. После прокачки монодисперсного радиоактивного аэрозоля через один из наборов активность фильтров выразилась следующими относительными величинами: 40,1; 11,1; 5,2.

Через какой из двух наборов прокачивали аэрозоль?

- а) результаты одинаковы для любого случая (6);
- б) через 1-й (12);
- в) через 2-й (3).

Тест 23. В двух случаях одним и тем же тканеэквивалентным микродозиметрическим детектором измеряли дозозависимый спектр удельной энергии и одновременно поглощенную дозу в тканеэквивалентном материале. Обработка данных показала, что дисперсия удельной энергии в этих случаях различается в 3 раза, поглощенная доза – в 2 раза.

Было ли различным качество излучения в этих двух случаях?

- а) да (15); б) нет (8).

Тест 24. В двух случаях облучения одного и того же объекта обнаружен одинаковый радиационно-индуцированный эффект.

Микродозиметрический анализ показал, что в первом случае среднеквадратическое отклонение удельной энергии в дозозависимом распределении равно среднему значению.

Может ли доза во втором случае оказаться в 2 раза больше, чем в первом, если считать, что вероятность первичного поражения пропорциональна квадрату удельной энергии?

а) да (31); б) нет (17).

ОТВЕТЫ К ЗАДАНИЯМ

1. 224.

2. 137.