

## 1. Aufgabe

1. Welche Ganzkörperdosis empfängt ein 70 kg schwerer Physik-Laborant, der eine  $^{60}_{27}\text{Co}$ -Quelle mit 40 mCi ausgesetzt ist? Im Tagesmittel hält er sich 4 h in einer Entfernung von 4 m von der Quelle auf.  $^{60}\text{Co}$  emittiert  $\gamma$ -Strahlen mit einer Energie von 1,33 MeV und 1,17 MeV in kurzer Folge. Die Hälfte der  $\gamma$ -Strahlen transmittieren, die andere Hälfte steht mit dem Körper in Wechselwirkung und hinterlässt ihre gesamte Energie. Die Projektionsfläche des Laboranten beträgt  $1\text{ m}^2$ . Man diskutiere das Ergebnis unter der Berücksichtigung, dass für  $\gamma$ -Strahlen die relative biologische Wirksamkeit als Bewertungsfaktor gleich 1 ist.
2. Ausgehend davon, dass der Mensch aus etwa  $2 \times 10^9$  Nukleotidbasenpaaren pro DNA Strang besteht, schätzen Sie das Volumen  $V$  eines solchen Strangs. Zur Zerstörung im biologischen Sinne seien 1000 Ionisierungen in diesem Volumen nötig. Wie hoch ist demnach etwa das tödliche Dosisäquivalent für einen Menschen?

[ Mittlere relative Molekülmasse eines entsprechenden Nukleotids: 330; Ionisationspotential von Gewebe: 30 V ]

## 2. Aufgabe

Wie hoch ist die Jahresdosis, die (a) eine erwachsene Person von 70 kg und (b) ein Säugling von 5 kg mitbekommt, wenn diese täglich  $\frac{3}{4}$  Liter Milch trinken? Beachten Sie, dass in der Kuhmilch das Kalium-Isotop  $^{40}_{19}\text{K}$  vorhanden ist, das mit einer spez. Aktivität von  $2000 \frac{\text{pCi}}{\text{kg}}$  zerfällt. Gehen Sie von einer Verweilzeit der Milch im Körper von 12 h pro Tag aus und nehmen Sie an, dass 12% der pro Zerfall freigesetzten Energie von 1,5 MeV vom Körper aufgenommen werden. Wieviel Prozent der zulässigen Jahresdosis ergeben sich in beiden Fällen?

## 3. Aufgabe

Ein Laser, der dazu dient, eine abgelöste Netzhaut „anzuschweißen“, sendet 23 ms lange Lichtpulse der Wellenlänge 640 nm aus, was einer Leistung von 0,65 W/Puls entspricht. Wieviel Energie kann pro Puls abgegeben werden und wie viele Photonen enthält jeder Puls?

## 4. Aufgabe

Da der menschliche Körper seine Temperatur verschieden von der der Umgebung halten muss, geht dem Körper bei niedrigerer Aussentemperatur kontinuierlich Wärme durch Leitung „verloren“.

1. Bestimmen Sie die Größe des Wärmestroms bei einem Menschen von  $1,6\text{ m}^2$  Oberfläche. Gehen Sie davon aus, dass auf der Hautoberfläche eine Temperatur von  $33^\circ\text{C}$  und im Körperinneren  $37,4^\circ\text{C}$  herrschen und dass das an die Haut angrenzende Gewebe, in dem ein Temperaturgradient besteht, 4,5 cm dick ist. Leiten Sie hierzu die entsprechende Auswertungsbeziehung her.
2. Vergleichen Sie den in Aufgabenteil 1 errechneten Wert mit dem Wert, der bei einem Sportler gemessen wurde. Er betrug 250 W. Diskutieren Sie das Ergebnis.
3. Ein Bergwanderer trägt bei einer Skitour eine 4 cm dicke Daunenkleidung mit einer äußeren Oberfläche von  $2\text{ m}^2$ . Die Temperatur an dieser Oberfläche beträgt  $-15^\circ\text{C}$ . Wie groß ist der Wärmestrom, wenn auf der Innenseite der Kleidung  $34^\circ\text{C}$  herrschen? Wie ändert sich dieser Wert, wenn die Kleidung durch Eisregen sehr feucht wird? (Die Wärmeleitfähigkeit der Daunen steigt dann auf die von Wasser an, die Dicke der Kleidung sinkt auf  $\frac{1}{4}$  des Ausgangswertes und die Innenseitentemperatur ist dann nur noch  $30^\circ\text{C}$ )

[ Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten: Wasser  $\lambda_W = 0,56 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$  ; Gewebe  $\lambda_G = 0,2 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$  ; Daunen  $\lambda_D = 0,025 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$  ]