ZDAJRADIOLOGIĘ

Egzamin na operatora akceleratora medycznego (S-A): 60 pytań z odpowiedziami

Stan bazy pytań: 13 listopada 2026. Rozwiąż zestaw bez zaglądania na koniec, potem sprawdź wynik w kluczu odpowiedzi. Przy każdym numerze w kluczu jest krótkie wyjaśnienie.

Egzamin próbny online i pełna baza pytań z wyjaśnieniami: https://zdajradiologie.pl/egzaminy/operator-s-a

Materiał edukacyjny. Nie jest oficjalnym arkuszem egzaminacyjnym ani źródłem prawa: przepisy sprawdzaj w aktualnym tekście aktu.

---

1. Pracownik wykonuje w ciągu roku prace w warunkach narażenia w dwóch różnych jednostkach organizacyjnych. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe dawka graniczna odnosi się do:

A. narażenia wyłącznie w jednostce głównego zatrudnienia
B. narażenia w każdej jednostce liczonego osobno
C. narażenia w jednostce, w której otrzymał większą dawkę
D. sumy rocznego narażenia ze wszystkich działalności związanych z narażeniem

2. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe pracownika zalicza się do kategorii A ze względu na narażenie soczewek oczu, jeżeli może on otrzymać dawkę równoważną dla soczewek przekraczającą rocznie:

A. 20 mSv
B. 50 mSv
C. 6 mSv
D. 15 mSv

3. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe do kategorii A zalicza się pracowników, którzy mogą być narażeni na dawkę skuteczną (efektywną) przekraczającą w ciągu roku:

A. 20 mSv
B. 15 mSv
C. 6 mSv
D. 1 mSv

4. Pracownica zawiadomiła kierownika jednostki organizacyjnej, że jest w ciąży. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe nie może ona pracować w warunkach prowadzących do otrzymania przez mające urodzić się dziecko dawki skutecznej (efektywnej) przekraczającej:

A. 1 mSv
B. 6 mSv
C. 20 mSv
D. 5 mSv

5. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe dawek granicznych nie stosuje się do:

A. członków załóg statków powietrznych
B. praktykantów w wieku od 16 do 18 lat
C. osób poddawanych działaniu promieniowania w celach medycznych
D. pracowników zewnętrznych na terenie kontrolowanym

6. Pracownik zakładu uzdatniania wód podziemnych, położonego na terenie zagrożonym podwyższonym stężeniem radonu, może otrzymać od radonu dawkę skuteczną (efektywną) 3 mSv rocznie. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe kwalifikuje się go jako:

A. pracownika kategorii A
B. pracownika kategorii B
C. pracownika bez kategorii, objętego tylko pomiarem
D. osobę z ogółu ludności

7. Pracownik kopalni podziemnej może otrzymać od radonu dawkę skuteczną (efektywną) 8 mSv rocznie. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe kwalifikuje się go jako:

A. osobę z ogółu ludności
B. pracownika kategorii B
C. pracownika kategorii A
D. pracownika poza kategoriami, bo radon jest naturalny

8. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe wartości dawek granicznych dla pracowników i osób z ogółu ludności są określone w:

A. instrukcji ochrony radiologicznej jednostki
B. zezwoleniu wydawanym przez Prezesa PAA
C. rozporządzeniu Rady Ministrów w sprawie dawek granicznych
D. załączniku nr 4 do ustawy Prawo atomowe

9. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe zgodę na podwyższenie dawki granicznej, ze względu na szczególne warunki lub okoliczności wykonywania działalności związanej z narażeniem, może wyrazić:

A. organ właściwy do wydania zezwolenia lub przyjęcia zgłoszenia
B. uprawniony lekarz sprawujący nadzór medyczny
C. inspektor ochrony radiologicznej w jednostce
D. kierownik jednostki po konsultacji z pracownikami

10. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe dawka skuteczna (efektywna) to:

A. dawka pochłonięta uśredniona dla masy całego ciała
B. dawka pochłonięta pomnożona przez czynnik wagowy promieniowania
C. suma ważonych dawek równoważnych w tkankach i narządach
D. całka z mocy dawki równoważnej po wniknięciu radionuklidu

11. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe dawka równoważna to dawka pochłonięta w tkance lub narządzie, ważona:

A. dla masy całego ciała człowieka
B. dla promieniowrażliwości tkanki lub narządu
C. dla rodzaju i energii promieniowania
D. dla czasu trwania napromienienia

12. Pomiar dawki indywidualnej pracownika kategorii A okazał się niemożliwy. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe ocenę jego dawki można oprzeć na:

A. średniej krajowej dawce dla danej grupy zawodowej
B. przyjęciu dawki równej rocznej dawce granicznej
C. oświadczeniu pracownika o czasie pracy w pracowni
D. pomiarach dawek innych narażonych pracowników tej kategorii

13. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe obciążająca dawka skuteczna (efektywna) jest sumą:

A. rocznych dawek skutecznych z pięciu kolejnych lat
B. obciążających dawek równoważnych pomnożonych przez czynniki wagowe tkanek
C. dawek pochłoniętych pomnożonych przez czynniki wagowe promieniowania
D. dawek od narażenia zewnętrznego otrzymanych w ciągu 50 lat

14. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe ocena narażenia pracowników kategorii B jest co do zasady prowadzona na podstawie:

A. badań lekarskich przeprowadzanych co roku
B. pomiarów skażeń wewnętrznych organizmu
C. systematycznych pomiarów dawek indywidualnych
D. pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy

15. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe, dla zapewnienia zgodności z dawkami granicznymi, okres całkowania przy wyznaczaniu obciążającej dawki równoważnej wynosi:

A. 1 rok dla dorosłych, a dla dzieci okres do wieku 18 lat
B. 50 lat zarówno dla dorosłych, jak i dla dzieci
C. 50 lat dla dorosłych, a dla niemowląt i dzieci okres do wieku 70 lat
D. 70 lat dla dorosłych, a dla niemowląt i dzieci 50 lat

16. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe ocena narażenia pracowników kategorii A jest prowadzona na podstawie:

A. systematycznych pomiarów dawek indywidualnych
B. obliczeń z obciążenia roboczego aparatury
C. pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy
D. jednorazowego pomiaru przy zatrudnieniu

17. Zgodnie z załącznikiem nr 1 do ustawy Prawo atomowe jeden grej (Gy), jednostka dawki pochłoniętej, równa się:

A. jednemu dżulowi na kilogram
B. jednemu kulombowi na kilogram
C. jednemu dżulowi na metr sześcienny
D. jednemu rozpadowi na sekundę

18. Po przekroczeniu jakiej sumarycznej kermy w powietrzu w punkcie referencyjnym podczas procedury radiologii zabiegowej zapisuje się w dokumentacji medycznej informację o dawce, jaką otrzymał pacjent?

A. 0,5 Gy
B. 1,0 Gy
C. 3,0 Gy
D. 1,7 Gy

19. Według ustawy Prawo atomowe z udziału w eksperymencie medycznym związanym z ekspozycją medyczną wyklucza się osobę, która w okresie poprzedzających 10 lat brała udział w takim eksperymencie lub była poddana radioterapii i otrzymała z tego tytułu dawkę skuteczną przekraczającą:

A. 10 mSv
B. 20 mSv
C. 5 mSv
D. 1 mSv

20. Jaki warunek dotyczący przesuwu stołu obowiązuje w sekwencyjnym badaniu TK, jeżeli inne postępowanie nie jest uzasadnione klinicznie?

A. Przesunięcie stołu między skanami równe połowie szerokości kolimowanej wiązki
B. Stałe przesunięcie stołu o 1 mm, niezależnie od szerokości kolimowanej wiązki
C. Przesunięcie stołu dobrane tak, aby kolejne skany nakładały się co najmniej w 25%
D. Przesunięcie stołu między skanami nie mniejsze niż szerokość kolimowanej wiązki

21. Co wykazało badanie Oxford Survey of Childhood Cancers prowadzone od lat 50. XX w. przez Alice Stewart?

A. Związek radonu w domach z białaczką u dorosłych
B. Częstsze nowotwory u dzieci po RTG miednicy matki w ciąży
C. Ochronny wpływ małych dawek na rozwój płodu
D. Brak wpływu promieniowania na zdrowie płodu

22. Według rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych po naprawie aparatu rentgenowskiego, która może mieć wpływ na jakość diagnostyczną obrazu lub na dawkę otrzymywaną przez pacjenta, należy:

A. ponownie wykonać testy eksploatacyjne, co najmniej w zakresie wynikającym ze specyfikacji naprawy
B. wykonać wyłącznie test powtarzalności ekspozycji, najpóźniej 30 dni po zakończeniu naprawy
C. uzyskać nowe zezwolenie na stosowanie aparatu przed wznowieniem wykonywania badań pacjentów
D. odłożyć testy do najbliższego terminu wynikającego z ustalonego harmonogramu testów

23. Urządzenia radiologicznego nie ujęto w załącznikach do rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych, a aktualny poziom wiedzy i praktyki nie pozwala ustalić zakresu i częstotliwości jego kontroli. Jak według tego rozporządzenia przeprowadza się kontrolę?

A. W zakresie i z częstotliwością wynikającą z instrukcji producenta urządzenia
B. Według programu ustalonego przez inspektora ochrony radiologicznej jednostki
C. Na podstawie decyzji państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego
D. Tak jak dla najbardziej podobnego urządzenia opisanego w załączniku nr 1

24. Jak według rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych wyznacza się wartość odniesienia parametru w testach rentgenodiagnostyki?

A. Jako wartość nominalną podaną przez producenta w dokumentacji technicznej, bez pomiarów wykonywanych przez użytkownika
B. Jako wartość z pojedynczego pomiaru wykonanego przez laboratorium podczas pierwszych testów specjalistycznych aparatu
C. Jako średnią z pomiarów z pięciu kolejnych dni pracy sprawnego aparatu, bezpośrednio po testach odbiorczych i po każdej istotnej naprawie
D. Jako średnią z wyników wszystkich testów specjalistycznych wykonanych w ostatnich trzech latach użytkowania aparatu

25. Czym według rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych jest fantom równoważny standardowemu pacjentowi w testach rentgenodiagnostyki?

A. Płytą miedzianą o grubości 1,3 mm Cu o wymiarach co najmniej 20 × 20 cm
B. Fantomem antropomorficznym klatki piersiowej o grubości 22 cm z PMMA
C. Fantomem z PMMA o wymiarach co najmniej 30 × 30 cm i grubości 15 cm
D. Cylindrem z PMMA o średnicy 32 cm i długości co najmniej 15 cm

26. Kto prowadzi rejestr podmiotów uprawnionych do prowadzenia szkolenia w dziedzinie ochrony radiologicznej pacjenta zakończonego egzaminem wewnętrznym?

A. Dyrektor Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego
B. Dyrektor Krajowego Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia
C. Prezes Państwowej Agencji Atomistyki
D. Główny Inspektor Sanitarny

27. Osoba wzięła udział w konferencji naukowej i wygłosiła na niej wykład z ochrony radiologicznej pacjenta. Jak ustawa Prawo atomowe traktuje punkty szkoleniowe za to jedno wydarzenie?

A. Punkty przysługują tylko za konferencję międzynarodową
B. Punkty sumują się, ale najwyżej do 12 punktów
C. Punkty za udział i za wykład sumują się, łącznie do 15
D. Punkty za udział i za wykład nie sumują się

28. Zgodnie z rozporządzeniem MZ w sprawie ekspozycji medycznej, kiedy można stosować jezdny lub przenośny sprzęt radiologiczny (inny niż jezdny sprzęt służący wyłącznie do zdjęć wewnątrzustnych)?

A. Gdy pacjent wyrazi pisemną zgodę na wykonanie badania poza pracownią rentgenowską
B. Gdy lekarz kierujący zaznaczy na skierowaniu, że badanie ma być wykonane w trybie pilnym
C. Gdy przybycie pacjenta do stacjonarnego urządzenia jest przeciwwskazane ze względów medycznych
D. Gdy stacjonarne urządzenie radiologiczne jest w danej chwili zajęte przez innych pacjentów

29. Do jakiego leczenia może być stosowana radioterapia ortowoltowa?

A. Wyłącznie paliatywnego oraz zmian powierzchniowych, nowotworowych i nienowotworowych
B. Każdego leczenia, jeżeli jednostka nie ma dostępu do akceleratora liniowego
C. Wyłącznie radykalnego leczenia nowotworów położonych głęboko w ciele
D. Wyłącznie zmian nienowotworowych u pacjentów, którzy ukończyli 60 lat

30. W jakim przypadku rozporządzenie MZ w sprawie ekspozycji medycznej zwalnia z obowiązku sprawdzenia zgodności geometrycznej obszaru zaplanowanego z obszarem napromienianym w teleradioterapii?

A. Przy paliatywnym leczeniu wiązkami fotonów
B. Przy napromienianiu zmian powierzchniowych
C. Przy teleradioterapii wiązkami elektronów
D. Przy teleradioterapii wiązkami jonów

31. Jaki największy odstęp między zdjęciami tomograficznymi dopuszcza rozporządzenie MZ w sprawie ekspozycji medycznej przy trójwymiarowym planowaniu leczenia?

A. 2 mm
B. 5 mm
C. 15 mm
D. 10 mm

32. W jakiej formie dokumentuje się plan leczenia przy trójwymiarowym planowaniu radioterapii?

A. Protokołu pomiaru dawki dozymetrem in vivo przy pierwszej frakcji
B. Tabeli dawek skutecznych dla poszczególnych narządów pacjenta
C. Histogramu rozkładu dawki w objętości tarczowej i narządach krytycznych
D. Wykresu procentowej dawki głębokościowej dla pola referencyjnego

33. Kto i kiedy dokonuje w radioterapii kontroli dawki oraz jednostek monitorowych (czasu napromieniania)?

A. Technik elektroradiologii, po zakończeniu całego cyklu napromieniania pacjenta
B. Inspektor ochrony radiologicznej, raz w miesiącu w trakcie trwania leczenia
C. Specjalista fizyki medycznej lub fizyk, pod nadzorem specjalisty, przed rozpoczęciem leczenia
D. Lekarz specjalista radioterapii onkologicznej, po pierwszej frakcji napromieniania

34. Błony o jakiej czułości według klasyfikacji normy PN-EN ISO 3665 należy stosować przy analogowej rejestracji stomatologicznych zdjęć wewnątrzustnych?

A. E lub F
B. Wyłącznie D
C. D lub E
D. C lub D

35. Według rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych test precyzji zliczeń miernika aktywności polega na obliczeniu powtarzalności z co najmniej 30 pomiarów źródła referencyjnego. Jakie jest kryterium i częstotliwość testu?

A. Powtarzalność najwyżej 1%, test codziennie
B. Powtarzalność najwyżej 5%, test co 24 miesiące
C. Powtarzalność najwyżej 10%, test co miesiąc
D. Powtarzalność najwyżej 5%, test co 6 miesięcy

36. Jaki stosunek skoku spirali do szerokości wiązki (pitch) należy zapewnić w spiralnym badaniu TK, jeżeli inna wartość nie jest uzasadniona klinicznie?

A. Równy dokładnie 0,75
B. Nie większy od jedności
C. Nie większy od 0,5
D. Nie mniejszy od jedności

37. Jak prawidłowo zidentyfikować pacjenta przed seansem radioterapii?

A. Zapytać, czy pacjent nazywa się tak jak na karcie, i czekać na potwierdzenie
B. Poprosić o podanie imienia, nazwiska i daty urodzenia i porównać je z systemem
C. Wywołać nazwisko w poczekalni i przyjąć, że osoba, która wstała, jest właściwa
D. Sprawdzić tylko numer pola i kąt ramienia zapisane w systemie R&V

38. Dlaczego system weryfikacji i rejestracji (R&V) nie chroni przed napromienieniem niewłaściwego pacjenta?

A. Kontroluje jedynie dawkę z obrazowania, a nie z wiązki terapeutycznej
B. Działa tylko przy pierwszej frakcji, a w kolejnych jest wyłączony
C. Rozpoznaje pacjenta po twarzy, ale tylko przy dobrym oświetleniu
D. Sprawdza zgodność ustawień aparatu z otwartym planem, a nie tożsamość osoby

39. Według rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych test stałości ekspozycji mammografu cyfrowego (fantom z PMMA 4,5 cm, odchylenie obciążenia prądowo-czasowego od wartości odniesienia najwyżej ±10%) wykonuje się:

A. w każdym dniu pracy mammografu
B. raz w tygodniu, w pierwszym dniu pracy
C. co 6 miesięcy, po testach specjalistycznych
D. raz w miesiącu, przed badaniami

40. Jaki jest w przybliżeniu zasięg cząstek alfa o energii około 5 MeV w powietrzu?

A. Kilka milimetrów
B. Kilkaset metrów
C. Kilka metrów
D. Kilka centymetrów

41. Szereg uranowo-radowy prowadzi od U-238 (Z = 92) do trwałego Pb-206 (Z = 82). Ile przemian α i β^- zachodzi po drodze?

A. 8 α i 10 β^-
B. 10 α i 6 β^-
C. 6 α i 8 β^-
D. 8 α i 6 β^-

42. Czym różni się przechodzenie wiązki fotonów przez materię od przechodzenia wiązki cząstek alfa?

A. Cząstki alfa są osłabiane wykładniczo i nie mają określonego zasięgu
B. Fotony nie mają określonego zasięgu, ich natężenie maleje wykładniczo
C. Obie wiązki mają ten sam zasięg przy tej samej energii
D. Fotony mają ściśle określony zasięg, większy niż cząstki alfa

43. Kiedy ustala się równowaga wiekowa (trwała) między nuklidem macierzystym a pochodnym?

A. Gdy okres połowicznego rozpadu nuklidu pochodnego jest wielokrotnie dłuższy
B. Gdy nuklid pochodny jest trwały
C. Gdy oba nuklidy mają jednakowy okres połowicznego rozpadu
D. Gdy okres połowicznego rozpadu nuklidu macierzystego jest wielokrotnie dłuższy

44. Jak masowy współczynnik osłabienia μ/ρ wody ma się do μ/ρ pary wodnej dla tej samej energii fotonów?

A. Dla pary jest około 1000 razy mniejszy
B. Dla pary jest około 1000 razy większy
C. Jest praktycznie taki sam
D. Zmienia się z temperaturą tak jak gęstość

45. Okres połowicznego rozpadu Co-60 wynosi około:

A. 30 lat
B. 432 lata
C. 5,27 roku
D. 74 dni

46. Mamy jednakowe masy dwóch nuklidów o zbliżonej liczbie masowej. Który z nich ma większą aktywność?

A. Ten o dłuższym okresie połowicznego rozpadu
B. Ten o krótszym okresie połowicznego rozpadu
C. Oba mają taką samą aktywność
D. Ten, który emituje promieniowanie o większej energii

47. Kolimator defektoskopu osłabia promieniowanie 16 razy w kierunkach poza wiązką roboczą. Ile razy w tych kierunkach zmniejszy się promień wygrodzenia wyznaczony dla tej samej mocy dawki na granicy?

A. 8 razy
B. 4 razy
C. 2 razy
D. 16 razy

48. Jak oznacza się granicę wygrodzenia przy radiografii przemysłowej prowadzonej w terenie?

A. Taśmą lub barierą z tablicami ze znakiem promieniowania jonizującego, pilnowaną przez obsługę
B. Zawiadomieniem policji, bez fizycznego wygradzania miejsca pracy
C. Tylko znakiem promieniowania jonizującego umieszczonym na pojemniku defektoskopu
D. Wyłącznie ustnym ostrzeżeniem osób przebywających w pobliżu miejsca pracy

49. Co określa współczynnik przebywania T stosowany przy obliczaniu osłon pracowni?

A. Ułamek czasu pracy aparatu, przez który w danym miejscu przebywa osoba najbardziej narażona
B. Stosunek grubości osłony do warstwy półchłonnej jej materiału
C. Ułamek obciążenia, przy którym wiązka pierwotna jest skierowana na daną ścianę
D. Czas trwania pojedynczej ekspozycji podany w sekundach

50. Bez osłony tygodniowa dawka w punkcie za ścianą pracowni wyniosłaby 2 mSv (przy U = 1 i T = 1). Ściana jest barierą pierwotną o współczynniku użytkowania U = 0,25, a za nią jest korytarz o współczynniku przebywania T = 0,2. Wartość projektowa wynosi 0,01 mSv na tydzień. Jaka jest wymagana przepuszczalność osłony?

A. 0,02
B. 0,025
C. 0,005
D. 0,1

51. Dlaczego fartuch ochronny o ekwiwalencie 0,5 mm Pb daje niewielką ochronę przy pracy z F-18 (promieniowanie anihilacyjne 511 keV)?

A. Bo ołów przy tej energii wytwarza więcej promieniowania wtórnego, niż pochłania
B. Bo promieniowanie 511 keV zostaje całkowicie pochłonięte w powietrzu przed dotarciem do pracownika
C. Bo przy tej energii osłabia promieniowanie tylko w niewielkim stopniu, poniżej 10%
D. Bo F-18 emituje głównie neutrony, których ołów praktycznie nie osłabia

52. Tygodniowa dawka w punkcie chronionym za ścianą bunkra wyniosłaby bez osłony 50 mSv (U i T są już uwzględnione). Wartość projektowa wynosi 0,02 mSv na tydzień. Przyjmij TVL betonu 35 cm, jednakową dla wszystkich warstw. Jaka grubość betonu jest potrzebna?

A. około 105 cm
B. około 87 cm
C. około 140 cm
D. około 119 cm

53. Który wczesny wskaźnik laboratoryjny najlepiej pomaga ocenić wielkość dawki w pierwszych dniach po napromienieniu całego ciała?

A. Bezwzględna liczba erytrocytów we krwi
B. Stężenie glukozy we krwi na czczo
C. Stężenie hemoglobiny we krwi żylnej
D. Bezwzględna liczba limfocytów we krwi

54. Jaka jest w przybliżeniu dawka LD50/60 dla człowieka napromienionego na całe ciało, bez specjalistycznego leczenia?

A. Ok. 50 Gy
B. Ok. 3-5 Gy
C. Ok. 0,3-0,5 Gy
D. Ok. 15-20 Gy

55. Która wielkość jest właściwa do oceny ryzyka odczynu skóry u pacjenta po zabiegu pod kontrolą fluoroskopii?

A. Dawka kolektywna w osobo-Sv
B. Dawka skuteczna (efektywna) w Sv
C. Aktywność źródła w Bq
D. Dawka pochłonięta w skórze w Gy

56. Dlaczego wiązki elektronowe formuje się aplikatorem (tubusem) kończącym się kilka centymetrów nad skórą, a nie samymi szczękami?

A. Aplikator zamienia część elektronów na fotony, zwiększając zasięg wiązki
B. Elektrony silnie rozpraszają się w powietrzu, więc pole ogranicza się przy skórze
C. Szczęki nie mogą się zamknąć do wymiarów stosowanych w polach elektronowych
D. Aplikator osłania komory monitorowe przed elektronami rozproszonymi wstecz

57. Czym jest izocentrum medycznego akceleratora liniowego?

A. Punktem na skórze pacjenta oznaczonym centralnym tatuażem
B. Punktem maksimum dawki na osi wiązki w fantomie wodnym
C. Punktem przecięcia osi obrotu ramienia, kolimatora i stołu
D. Miejscem w tarczy, w którym elektrony wytwarzają fotony

58. Jakie radionuklidy powstają głównie w wyniku aktywacji powietrza w pomieszczeniu akceleratora wysokoenergetycznego?

A. Krótkożyciowe, np. azot-13 i tlen-15
B. Długożyciowe, np. cez-137 i stront-90
C. Jod-131 i ksenon-133 pochodzące z rozszczepienia
D. Radon-222 i jego krótkożyciowe produkty rozpadu

59. Który dokument określa sposób postępowania w razie zdarzenia radiacyjnego w pracowni akceleratorowej?

A. Opis techniczny struktury przyspieszającej
B. Wykaz pracowników kategorii A i B
C. Zakładowy plan postępowania awaryjnego
D. Świadectwo wzorcowania miernika mocy dawki

60. Po upływie zaplanowanego czasu emisji wskaźnik na pulpicie nadal pokazuje włączoną wiązkę. Co operator powinien zrobić najpierw?

A. Wejść do pomieszczenia i sprawdzić, co się dzieje z głowicą
B. Zapisać zdarzenie w dzienniku pracy i kontynuować napromienianie
C. Odczekać, aż urządzenie samo zakończy emisję po kilku minutach
D. Przerwać emisję wyłącznikiem awaryjnym lub odcięciem zasilania

Klucz odpowiedzi

1. **D**	2. **D**	3. **C**	4. **A**	5. **C**	6. **B**
7. **C**	8. **D**	9. **A**	10. **C**	11. **C**	12. **D**
13. **B**	14. **D**	15. **C**	16. **A**	17. **A**	18. **D**
19. **A**	20. **D**	21. **B**	22. **A**	23. **A**	24. **C**
25. **C**	26. **D**	27. **D**	28. **C**	29. **A**	30. **D**
31. **B**	32. **C**	33. **C**	34. **A**	35. **D**	36. **D**
37. **B**	38. **D**	39. **A**	40. **D**	41. **D**	42. **B**
43. **D**	44. **C**	45. **C**	46. **B**	47. **B**	48. **A**
49. **A**	50. **D**	51. **C**	52. **D**	53. **D**	54. **B**
55. **D**	56. **B**	57. **C**	58. **A**	59. **C**	60. **D**

Wyjaśnienia

1. D: sumy rocznego narażenia ze wszystkich działalności związanych z narażeniem
Dla pracowników dawka graniczna obejmuje sumę rocznego narażenia ze wszystkich działalności związanych z narażeniem, a także narażenie na radon w miejscach pracy wymagających powiadomienia i narażenie w sytuacji narażenia istniejącego. Dawek z różnych jednostek nie rozlicza się oddzielnie.
Podstawa: art. 13 ust. 1a ustawy Prawo atomowe

2. D: 15 mSv
Próg kategorii A dla soczewek oczu to 15 mSv rocznie dawki równoważnej. 20 mSv to dawka graniczna dla soczewki oka pracownika, a 50 mSv to wartość, do której może ona być przekroczona w pojedynczym roku.
Podstawa: art. 17 ust. 1 pkt 1 lit. b ustawy Prawo atomowe

3. C: 6 mSv
Kryterium kategorii A to możliwość otrzymania dawki skutecznej powyżej 6 mSv rocznie albo dawki równoważnej powyżej 15 mSv dla soczewek oczu lub 150 mSv dla skóry lub kończyn. 20 mSv to roczna dawka graniczna, a 1 mSv dawka graniczna dla ogółu ludności.
Podstawa: art. 17 ust. 1 pkt 1 ustawy Prawo atomowe

4. A: 1 mSv
Od chwili zawiadomienia o ciąży warunki pracy muszą zapewniać, że dawka skuteczna dla mającego urodzić się dziecka nie przekroczy 1 mSv, czyli wartości dawki granicznej dla osób z ogółu ludności. 6 mSv to próg kategorii A, a 20 mSv to roczna dawka graniczna pracownika.
Podstawa: art. 14 ust. 1b ustawy Prawo atomowe

5. C: osób poddawanych działaniu promieniowania w celach medycznych
Narażenie pacjentów (ekspozycja medyczna) nie podlega dawkom granicznym; chronią je zasady uzasadnienia i optymalizacji oraz diagnostyczne poziomy referencyjne. Praktykanci, pracownicy zewnętrzni i załogi samolotów są objęci dawkami granicznymi.
Podstawa: art. 14 ust. 2 ustawy Prawo atomowe

6. B: pracownika kategorii B
W miejscach pracy pod ziemią i przy uzdatnianiu wód podziemnych pracownicy, którzy mogą otrzymać dawkę skuteczną większą niż 1 mSv, ale nie większą niż 6 mSv rocznie, należą do kategorii B. Powyżej 6 mSv byłaby to kategoria A.
Podstawa: art. 23c ust. 6 ustawy Prawo atomowe

7. C: pracownika kategorii A
Pracowników w miejscach pracy narażonych na radon (m.in. pod ziemią), którzy mogą otrzymać dawkę skuteczną większą niż 6 mSv rocznie, kwalifikuje się jako pracowników kategorii A. Narażenie na radon w takich miejscach pracy wlicza się do dawek pracownika.
Podstawa: art. 23c ust. 5 ustawy Prawo atomowe

8. D: załączniku nr 4 do ustawy Prawo atomowe
Suma dawek dla pracowników i osób z ogółu ludności nie może przekraczać dawek granicznych określonych w załączniku nr 4 do ustawy (z zastrzeżeniem art. 19 ust. 1 i art. 20). Wartości te zawiera sama ustawa, a nie odrębne rozporządzenie czy zezwolenie.
Podstawa: art. 14 ust. 1 ustawy Prawo atomowe

9. A: organ właściwy do wydania zezwolenia lub przyjęcia zgłoszenia
Podwyższenie dawki granicznej (zgodnie z załącznikiem nr 4, do 50 mSv w danym roku) wymaga zgody organu właściwego do wydania zezwolenia, przyjęcia zgłoszenia albo przyjęcia powiadomienia. Ani kierownik jednostki, ani inspektor ochrony radiologicznej nie mogą sami podnieść dawki granicznej.
Podstawa: art. 14 ust. 1a ustawy Prawo atomowe

10. C: suma ważonych dawek równoważnych w tkankach i narządach
Dawka skuteczna to suma dawek równoważnych w tkankach i narządach pomnożonych przez czynniki wagowe tkanek wT, od napromienienia zewnętrznego i wewnętrznego. Iloczyn dawki pochłoniętej i czynnika wR to dawka równoważna, a całka z mocy dawki równoważnej to dawka obciążająca.
Podstawa: załącznik nr 1 pkt 3 do ustawy Prawo atomowe

11. C: dla rodzaju i energii promieniowania
Dawkę równoważną otrzymuje się, mnożąc dawkę pochłoniętą w tkance lub narządzie przez czynnik wagowy promieniowania wR, zależny od rodzaju i energii promieniowania. Czynniki wagowe tkanek wT stosuje się dopiero przy obliczaniu dawki skutecznej.
Podstawa: załącznik nr 1 pkt 2 do ustawy Prawo atomowe

12. D: pomiarach dawek innych narażonych pracowników tej kategorii
Ustawa dopuszcza w takim przypadku wykorzystanie wyników pomiarów dawek indywidualnych innych narażonych pracowników tej kategorii, pomiarów w środowisku pracy albo zatwierdzonych metod obliczeniowych. Metody obliczeniowe zatwierdza w drodze decyzji organ właściwy do wydania zezwolenia.
Podstawa: art. 17 ust. 5 pkt 1 ustawy Prawo atomowe

13. B: obciążających dawek równoważnych pomnożonych przez czynniki wagowe tkanek
Obciążająca dawka skuteczna dotyczy narażenia wewnętrznego: sumuje obciążające dawki równoważne w tkankach i narządach, będące wynikiem wniknięcia substancji promieniotwórczej do organizmu, pomnożone przez czynniki wagowe tkanek wT.
Podstawa: załącznik nr 1 pkt 5 do ustawy Prawo atomowe

14. D: pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy
Dla kategorii B wystarczą pomiary dozymetryczne w środowisku pracy, pozwalające potwierdzić prawidłowość zaliczenia do tej kategorii. Kierownik jednostki może jednak objąć tych pracowników pomiarami dawek indywidualnych, a zezwolenie może nałożyć taki warunek.
Podstawa: art. 17 ust. 4 ustawy Prawo atomowe

15. C: 50 lat dla dorosłych, a dla niemowląt i dzieci okres do wieku 70 lat
Obciążająca dawka równoważna to całka po czasie z mocy dawki równoważnej po wniknięciu substancji promieniotwórczej do organizmu. Dla dorosłych całkuje się przez 50 lat, a dla niemowląt i dzieci do osiągnięcia wieku 70 lat.
Podstawa: załącznik nr 1 pkt 4 do ustawy Prawo atomowe

16. A: systematycznych pomiarów dawek indywidualnych
Pracownicy kategorii A muszą mieć systematycznie mierzone dawki indywidualne, a jeśli mogą być narażeni na istotne skażenie wewnętrzne, także pomiary tych skażeń. Pomiary w środowisku pracy są podstawową metodą oceny dla kategorii B.
Podstawa: art. 17 ust. 3 ustawy Prawo atomowe

17. A: jednemu dżulowi na kilogram
Dawka pochłonięta to energia pochłonięta w jednostce masy, więc 1 Gy = 1 J/kg. Kulomb na kilogram to jednostka dawki ekspozycyjnej, a jeden rozpad na sekundę to bekerel, jednostka aktywności.
Podstawa: załącznik nr 1 pkt 1 do ustawy Prawo atomowe

18. D: 1,7 Gy
Przekroczenie 1,7 Gy kermy w punkcie referencyjnym lub 170 Gy·cm² DAP obliguje do zapisania wielkości dawki w dokumentacji medycznej pacjenta. Próg 5 Gy (500 Gy·cm²) uruchamia dodatkowo badania kontrolne.
Podstawa: § 6 ust. 3 rozporządzenia MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

19. A: 10 mSv
Z eksperymentów medycznych i badań klinicznych związanych z ekspozycją medyczną wyłączone są osoby, które w ciągu ostatnich 10 lat otrzymały z udziału w takim badaniu lub z radioterapii dawkę skuteczną powyżej 10 mSv. Wyłączone są też kobiety w ciąży.
Podstawa: art. 33z ust. 2 pkt 2 ustawy Prawo atomowe

20. D: Przesunięcie stołu między skanami nie mniejsze niż szerokość kolimowanej wiązki
W trybie sekwencyjnym przesunięcie stołu nie mniejsze od szerokości kolimowanej wiązki zapobiega wielokrotnemu napromienianiu tych samych warstw. Nakładanie się skanów jest dopuszczalne tylko z uzasadnienia klinicznego.
Podstawa: § 5 ust. 2 pkt 3 rozporządzenia MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

21. B: Częstsze nowotwory u dzieci po RTG miednicy matki w ciąży
Dzieci, których matki miały w ciąży diagnostykę RTG jamy brzusznej i miednicy, częściej chorowały na białaczki i inne nowotwory dziecięce, przy dawkach płodowych rzędu kilku do kilkudziesięciu mGy. Wyniki te stały się jednym z argumentów za szczególną ochroną kobiet w ciąży.
Podstawa: Epidemiologia: Oxford Survey of Childhood Cancers

22. A: ponownie wykonać testy eksploatacyjne, co najmniej w zakresie wynikającym ze specyfikacji naprawy
Niezależnie od harmonogramu, po każdej naprawie, która może wpłynąć na jakość obrazu lub dawkę dla pacjenta, testy eksploatacyjne wykonuje się ponownie, co najmniej w zakresie uzasadnionym specyfikacją naprawy. Po istotnej naprawie wyznacza się też na nowo wartości odniesienia.
Podstawa: § 4 rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych

23. A: W zakresie i z częstotliwością wynikającą z instrukcji producenta urządzenia
Urządzenia spoza załączników kontroluje się według aktualnego poziomu wiedzy i praktyki, w tym zwalidowanych metod badawczych. Dopiero gdy tak nie da się ustalić zakresu i częstotliwości, stosuje się instrukcję producenta.
Podstawa: § 3 ust. 2 rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych

24. C: Jako średnią z pomiarów z pięciu kolejnych dni pracy sprawnego aparatu, bezpośrednio po testach odbiorczych i po każdej istotnej naprawie
Wartość odniesienia wyznacza użytkownik jako średnią z pomiarów prowadzonych przez pięć kolejnych dni pracy całkowicie sprawnego aparatu, bezpośrednio po testach odbiorczych i po każdej istotnej naprawie. Pojedynczy pomiar wystarcza tylko dla niektórych testów (np. rozdzielczości, progowego kontrastu).
Podstawa: załącznik nr 1 cz. I pkt 1 ppkt 32 do rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych

25. C: Fantomem z PMMA o wymiarach co najmniej 30 × 30 cm i grubości 15 cm
Fantom równoważny standardowemu pacjentowi to jednorodny fantom z PMMA o wymiarach poprzecznych co najmniej 30 × 30 cm i grubości 15 cm; może go zastąpić stały fantom wodny o grubości 15 cm. Cylinder 32 cm to fantom dozymetryczny ciała w tomografii komputerowej.
Podstawa: załącznik nr 1 cz. I pkt 1 ppkt 7 do rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych

26. D: Główny Inspektor Sanitarny
Rejestr podmiotów prowadzących szkolenie z ochrony radiologicznej pacjenta prowadzi Główny Inspektor Sanitarny. Publikuje go w Biuletynie Informacji Publicznej, kontroluje wpisane podmioty i może je wykreślić w drodze decyzji.
Podstawa: art. 33n ust. 7 ustawy Prawo atomowe

27. D: Punkty za udział i za wykład nie sumują się
Punkty za udział w kongresie, konferencji lub sympozjum i za wygłoszenie na nim wykładu, dotyczące tego samego wydarzenia, nie sumują się. Punkty za wykład o tej samej treści można też otrzymać tylko raz.
Podstawa: art. 33n ust. 6 ustawy Prawo atomowe

28. C: Gdy przybycie pacjenta do stacjonarnego urządzenia jest przeciwwskazane ze względów medycznych
Sprzęt jezdny i przenośny stosuje się tylko wtedy, gdy przybycie pacjenta do stacjonarnego urządzenia jest przeciwwskazane ze względów medycznych. Poza pracownią trudniej zapewnić ochronę osób z otoczenia i optymalne warunki badania. Ograniczenie nie dotyczy jezdnego sprzętu służącego wyłącznie do zdjęć wewnątrzustnych.

Podstawa: § 5 ust. 1 pkt 8 rozporządzenia MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

29. A: Wyłącznie paliatywnego oraz zmian powierzchniowych, nowotworowych i nienowotworowych

Promieniowanie ortowoltowe ma małą przenikliwość i maksimum dawki przy powierzchni skóry, dlatego stosuje się je wyłącznie w leczeniu paliatywnym oraz w zmianach powierzchniowych, nowotworowych i nienowotworowych.
Podstawa: § 11 rozporządzenia MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

30. D: Przy teleradioterapii wiązkami jonów

Przepis zwalnia ze sprawdzenia geometrii wyłącznie teleradioterapię wiązkami jonów. W pozostałych przypadkach odstąpić od niego mogą uzasadniać tylko względy medyczne, każdorazowo odnotowane w dokumentacji pacjenta.
Podstawa: § 12 ust. 2 rozporządzenia MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

31. B: 5 mm

Do planowania 3D wymagana jest seria zdjęć tomograficznych w odstępach nie większych niż 5 mm, co pozwala trójwymiarowo odtworzyć objętość tarczową i narządy krytyczne.
Podstawa: § 12 ust. 3 pkt 1 rozporządzenia MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

32. C: Histogramu rozkładu dawki w objętości tarczowej i narządach krytycznych

Plan 3D dokumentuje się histogramem rozkładu dawki w objętości (DVH) dla objętości tarczowej i narządów krytycznych, po ich trójwymiarowym odtworzeniu. Dawka skuteczna nie służy do opisu planu terapeutycznego.
Podstawa: § 12 ust. 3 pkt 2 i 3 rozporządzenia MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

33. C: Specjalista fizyki medycznej lub fizyk, pod nadzorem specjalisty, przed rozpoczęciem leczenia

Dawkę i jednostki monitorowe kontroluje przed rozpoczęciem leczenia specjalista fizyki medycznej lub fizyk, a kontrolę nadzoruje specjalista w dziedzinie fizyki medycznej (brzmienie obowiązujące od października 2024 r.).
Podstawa: § 14 ust. 2 rozporządzenia MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

34. A: E lub F

Wymagane są błony wewnątrzustne o czułości E lub F, które dla tej samej jakości obrazu potrzebują mniejszej ekspozycji niż błony C lub D.
Podstawa: § 5 ust. 3 pkt 3 rozporządzenia MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

35. D: Powtarzalność najwyżej 5%, test co 6 miesięcy

Powtarzalność obliczona dla co najmniej 30 pomiarów źródła referencyjnego może wynosić najwyżej 5%, a test wykonuje się co 6 miesięcy.
Podstawa: załącznik nr 1 cz. II pkt II.1 (mierniki aktywności, test 3) do rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych

36. D: Nie mniejszy od jedności

Pitch nie mniejszy od 1 oznacza, że kolejne obroty lampy nie nakładają się na siebie, co ogranicza dawkę. Pitch poniżej 1 (nakładanie się obrotów) wymaga uzasadnienia klinicznego.
Podstawa: § 5 ust. 2 pkt 2 rozporządzenia MZ w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej

37. B: Poprosić o podanie imienia, nazwiska i daty urodzenia i porównać je z systemem

Pacjent zdenerwowany lub niedosłyszący może potwierdzić cudze nazwisko, dlatego zadaje się pytania otwarte i stosuje co najmniej dwa identyfikatory (np. imię i nazwisko oraz datę urodzenia), porównywane z dokumentacją i zdjęciem pacjenta w systemie R&V. Pomylenie pacjentów o podobnych nazwiskach to jedno z typowych zdarzeń w radioterapii.
Podstawa: Zapobieganie zdarzeniom w radioterapii: identyfikacja pacjenta

38. D: Sprawdza zgodność ustawień aparatu z otwartym planem, a nie tożsamość osoby

R&V porównuje parametry akceleratora z planem pacjenta otwartego w systemie. Jeśli technik otworzy plan innej osoby, system dopuści napromienianie zgodnie z tym planem. Dlatego identyfikacja pacjenta i potwierdzenie, że otwarto właściwy plan, należą do zespołu, a zdjęcie pacjenta w systemie jest ważną pomocą.

Podstawa: Zapobieganie zdarzeniom w radioterapii: ograniczenia systemu R&V

39. A: w każdym dniu pracy mammografu
Stałość ekspozycji mammografu cyfrowego sprawdza się w każdym dniu jego pracy: odchylenie obciążenia prądowo-czasowego od wartości odniesienia mieści się w ±10%, a SNR w ±20%.
Podstawa: załącznik nr 1 cz. I pkt I.1 (mammografia cyfrowa, test 1.1) do rozporządzenia MZ w sprawie testów eksploatacyjnych urządzeń radiologicznych i urządzeń pomocniczych

40. D: Kilka centymetrów
Cząstki alfa silnie jonizują i szybko tracą energię: w powietrzu przebiegają kilka centymetrów (dla 5 MeV około 3,5 cm), a w tkance kilkadziesiąt mikrometrów. Zatrzymuje je kartka papieru.
Podstawa: Fizyka: oddziaływanie cząstek naładowanych z materią

41. D: 8 α i 6 β^-
Liczba masowa zmienia się tylko w przemianach α: (238 - 206) / 4 = 8. Osiem przemian α obniża Z o 16, do 76, a końcowe Z = 82, więc potrzeba 6 przemian β^- (każda podnosi Z o 1).
Podstawa: Fizyka: szeregi promieniotwórcze i równowaga promieniotwórcza

42. B: Fotony nie mają określonego zasięgu, ich natężenie maleje wykładniczo
Foton znika z wiązki w pojedynczym oddziaływaniu, którego prawdopodobieństwo na jednostkę drogi jest stałe, więc natężenie maleje wykładniczo i żadna grubość nie zatrzymuje wszystkich fotonów. Cząstka naładowana traci energię stopniowo w wielu zderzeniach i zatrzymuje się po przebyciu określonego zasięgu.
Podstawa: Fizyka: prawo osłabienia wiązki, warstwa półchłonna

43. D: Gdy okres połowicznego rozpadu nuklidu macierzystego jest wielokrotnie dłuższy
Gdy nuklid macierzysty żyje bardzo długo w porównaniu z pochodnym (np. Ra-226 i Rn-222, Sr-90 i Y-90), po upływie kilku-kilkunastu okresów połowicznego rozpadu nuklidu pochodnego aktywności obu nuklidów się wyrównują.
Podstawa: Fizyka: szeregi promieniotwórcze i równowaga promieniotwórcza

44. C: Jest praktycznie taki sam
Masowy współczynnik osłabienia zależy od składu pierwiastkowego i energii fotonów, a nie od gęstości czy stanu skupienia. Różni się natomiast liniowy współczynnik $\mu = (\mu/\rho) \cdot \rho$, bo gęstość pary jest wielokrotnie mniejsza.
Podstawa: Fizyka: prawo osłabienia wiązki, warstwa półchłonna

45. C: 5,27 roku
Co-60 ma $T_{½} \approx 5{,}27$ roku, więc aktywność źródła kobaltowego spada o około 12% rocznie. 74 dni to Ir-192, około 30 lat to Cs-137, a 432 lata to Am-241.
Podstawa: Fizyka: charakterystyka typowych nuklidów

46. B: Ten o krótszym okresie połowicznego rozpadu
Przy tej samej masie i podobnej liczbie masowej liczba jąder N jest podobna, a aktywność $A = \lambda N = 0{,}693 \cdot N / T_{½}$. Krótszy okres połowicznego rozpadu oznacza więc większą aktywność właściwą (Bq/g). Energia promieniowania nie wpływa na aktywność.
Podstawa: Fizyka: prawo rozpadu promieniotwórczego

47. B: 4 razy
Wymagana odległość jest proporcjonalna do pierwiastka z mocy dawki w odległości 1 m. Osłabienie 16 razy zmniejsza ją $\sqrt{16} = 4$ razy, np. z około 57 m do około 14 m.
Podstawa: Radiografia w terenie: kolimatory i granica wygrodzenia

48. A: Taśmą lub barierą z tablicami ze znakiem promieniowania jonizującego, pilnowaną przez obsługę
Obszar, w którym moc dawki podczas ekspozycji przekracza wartość przyjętą w procedurze, wygradza się fizycznie i oznakowuje znakiem promieniowania jonizującego (załącznik nr 3 do ustawy Prawo atomowe) z napisami ostrzegawczymi. Obsługa pilnuje granicy, aby nie weszły osoby postronne.
Podstawa: Radiografia w terenie: wygrodzenie i oznakowanie (IAEA SRS 13)

49. A: Ułamek czasu pracy aparatu, przez który w danym miejscu przebywa osoba najbardziej narażona
T opisuje, jak długo przebywa się w chronionym miejscu, np. 1 dla sterowni i biur, ułamki dla korytarzy czy toalet. Ułamek obciążenia, przy którym wiązka jest skierowana na barierę, to współczynnik użytkowania U.
Podstawa: Projektowanie osłon: współczynnik przebywania T (NCRP 147)

50. D: 0,1
Dawka bez osłony z uwzględnieniem U i T: 2 · 0,25 · 0,2 = 0,1 mSv na tydzień. Przepuszczalność B = 0,01 / 0,1 = 0,1, czyli wystarczy jedna warstwa dziesięciokrotnego osłabienia. Wynik 0,005 pomija U i T.
Podstawa: Projektowanie osłon: czynniki W, U, T (NCRP 147)

51. C: Bo przy tej energii osłabia promieniowanie tylko w niewielkim stopniu, poniżej 10%
Warstwa półchłonna ołowiu dla 511 keV wynosi około 4 mm, więc 0,5 mm Pb przepuszcza ponad 90% fotonów. W medycynie nuklearnej skuteczniejsze są osłony strzykawek i pojemników z wolframu lub ołowiu, odległość i krótki czas.
Podstawa: Fizyka: osłabienie fotonów 511 keV w ołowiu

52. D: około 119 cm
Przepuszczalność B = 0,02 / 50 = 4 · 10^{-4}. Liczba warstw dziesięciokrotnego osłabienia n = log(1/B) = log 2500 ≈ 3,4. Grubość: 3,4 · 35 cm ≈ 119 cm. Trzy warstwy (105 cm) osłabiłyby tylko 1000 razy, czyli za mało.
Podstawa: Projektowanie osłon: liczba warstw TVL

53. D: Bezwzględna liczba limfocytów we krwi
Limfocyty giną już po małych dawkach, więc ich liczba spada w ciągu 1-2 dni, tym szybciej i głębiej, im większa dawka. Erytrocyty żyją ok. 120 dni i nie są wczesnym wskaźnikiem. Do dokładniejszej oceny stosuje się analizę chromosomów dicentrycznych w limfocytach.
Podstawa: Radiobiologia: wskaźniki dawki w ostrej chorobie popromiennej

54. B: Ok. 3-5 Gy
LD50/60 to dawka, po której w ciągu 60 dni umiera połowa napromienionych. Dla człowieka bez intensywnego leczenia szacuje się ją na ok. 3-5 Gy (postać szpikowa). Leczenie wspomagające, np. antybiotyki, przetoczenia i czynniki wzrostu, podnosi tę wartość.
Podstawa: Radiobiologia: dawka letalna LD50/60

55. D: Dawka pochłonięta w skórze w Gy
Skutki deterministyczne zależą od dawki pochłoniętej w konkretnej tkance, dlatego ocenia się je w grejach (np. szczytową dawkę w skórze). Dawka skuteczna służy do oceny ryzyka skutków stochastycznych i nie nadaje się do przewidywania odczynów tkankowych.
Podstawa: ICRP 103: zastosowanie dawki skutecznej

56. B: Elektrony silnie rozpraszają się w powietrzu, więc pole ogranicza się przy skórze
Elektrony rozpraszają się w powietrzu i na krawędziach kolimatorów, więc pole ograniczone wysoko w głowicy miałoby szeroki, rozmyty półcień. Aplikator z wkładką kształtującą (np. ze stopu niskotopliwego) wyznacza ostrą granicę pola tuż przy pacjencie.
Podstawa: Budowa akceleratora medycznego: aplikatory elektronowe

57. C: Punktem przecięcia osi obrotu ramienia, kolimatora i stołu
Ramię, kolimator i stół obracają się wokół osi, które przecinają się w jednym punkcie, zwykle 100 cm od źródła. Umieszczenie izocentrum w obrębie guza pozwala napromieniać go z wielu kierunków bez przesuwania pacjenta. Lasery pozycjonujące ustawia się tak, aby wskazywały ten punkt.
Podstawa: Budowa akceleratora medycznego: geometria izocentryczna

58. A: Krótkożyciowe, np. azot-13 i tlen-15
Reakcje fotojądrowe na azocie-14 i tlenie-16 dają N-13 (okres połowicznego rozpadu około 10 min) i O-15 (około 2 min). Ich aktywność szybko maleje po wyłączeniu wiązki, a wentylacja dodatkowo usuwa je z pomieszczenia.
Podstawa: Ochrona radiologiczna przy akceleratorach: aktywacja powietrza

59. C: Zakładowy plan postępowania awaryjnego
Zakładowy plan postępowania awaryjnego jest częścią dokumentacji pracowni, obok m.in. zezwolenia, instrukcji pracy, rejestru wyników pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy oraz opisów technicznych i instrukcji obsługi akceleratorów. Operator powinien znać jego treść przed podjęciem pracy.
Podstawa: § 5 ust. 7 rozporządzenia RM w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

60. D: Przerwać emisję wyłącznikiem awaryjnym lub odcięciem zasilania
Najpierw trzeba zatrzymać narażenie, a dopiero potem wyjaśniać przyczynę. Do pomieszczenia nie wchodzi się, dopóki nie ma pewności, że emisja ustała, co potwierdza się np. wskazaniem monitora stacjonarnego.
Podstawa: Postępowanie awaryjne: przerwanie niekontrolowanej emisji