ZDAJRADIOLOGIĘ

Egzamin na operatora akceleratora do celów niemedycznych (A-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-a-a

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

1. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe kierownik jednostki organizacyjnej zapewnia pracownikom zewnętrznym ochronę radiologiczną:

A. w zakresie ustalonym przez pracodawcę zewnętrznego
B. tylko podczas pracy na terenie kontrolowanym
C. ograniczoną do wydania dawkomierza
D. równoważną ochronie własnych pracowników

2. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe dokumentację medyczną pracownika kategorii A przechowuje się:

A. do ukończenia przez niego 75 lat, nie krócej niż 50 lat od zakończenia pracy w narażeniu
B. przez 10 lat od zakończenia pracy w warunkach narażenia, niezależnie od wieku
C. do ukończenia przez niego 70 lat, nie krócej niż 20 lat od zakończenia pracy w narażeniu
D. do ukończenia przez niego 75 lat, nie krócej niż 30 lat od zakończenia pracy w narażeniu

3. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe okresowe badania lekarskie pracowników kategorii A przeprowadza się:

A. co najmniej raz w roku
B. tylko po przekroczeniu dawki granicznej
C. co najmniej raz na trzy lata
D. co najmniej raz na dwa lata

4. Pracownik przekroczył dawkę graniczną i został skierowany na badania lekarskie. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe jego dalsza praca w warunkach narażenia wymaga zgody:

A. inspektora ochrony radiologicznej
B. państwowego inspektora pracy
C. Prezesa PAA
D. uprawnionego lekarza

5. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe w szczególnych przypadkach, z wyłączeniem zdarzeń radiacyjnych, dawki przekraczające wartości dawek granicznych mogą otrzymać:

A. pracownicy kategorii A, za ich zgodą i za zgodą Prezesa PAA
B. pracownicy kategorii A, za zgodą inspektora ochrony radiologicznej
C. pracownicy kategorii A i B, za zgodą kierownika jednostki
D. wszyscy pracownicy, za zgodą uprawnionego lekarza

6. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe po stwierdzeniu przekroczenia którejkolwiek z dawek granicznych dla pracowników kierownik jednostki organizacyjnej jest obowiązany:

A. uzyskać zgodę Prezesa PAA na dalszą pracę
B. skierować pracownika na badania lekarskie
C. przenieść pracownika do kategorii B
D. rozwiązać z pracownikiem umowę o pracę

7. Który składnik daje największy udział w rocznej dawce od źródeł naturalnych u statystycznego mieszkańca Polski?

A. Promieniowanie gamma z gleby i materiałów budowlanych
B. Radon i jego krótkożyciowe produkty rozpadu
C. Potas-40 obecny w organizmie
D. Promieniowanie kosmiczne

8. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe poziom odniesienia dla średniorocznego stężenia promieniotwórczego radonu w powietrzu w miejscach pracy wewnątrz pomieszczeń wynosi:

A. 1000 Bq/m³
B. 100 Bq/m³
C. 200 Bq/m³
D. 300 Bq/m³

9. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe indywidualny dokument narażenia pracownika zewnętrznego (paszport dozymetryczny) wydaje:

A. pracodawca zewnętrzny
B. kierownik jednostki organizacyjnej
C. uprawniony lekarz
D. Prezes PAA

10. Aktywność 1 Bq oznacza:

A. Jedną przemianę jądrową na minutę
B. Jedną przemianę jądrową na sekundę
C. $3{,}7 \cdot 10^{10}$ przemian jądrowych na sekundę
D. Pochłonięcie energii 1 J w 1 kg materii

11. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe wstępna operacyjna ocena dawek indywidualnych pracowników innych niż pracownicy zewnętrzni, dokonywana przez inspektora ochrony radiologicznej do czasu uzyskania wyników z akredytowanego podmiotu, jest:

A. obowiązkowa wyłącznie dla kategorii B
B. dopuszczalna, ale nieobowiązkowa
C. obowiązkowa w każdym przypadku
D. zastrzeżona wyłącznie dla laboratoriów

12. Pracownicy zewnętrzni wykonują prace na terenie kontrolowanym jednostki organizacyjnej. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe do czasu uzyskania wyników pomiarów od akredytowanego podmiotu wstępnej operacyjnej oceny ich dawek indywidualnych dokonuje:

A. inspektor ochrony radiologicznej
B. pracodawca zewnętrzny
C. uprawniony lekarz
D. Prezes PAA

13. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe pomiary dawek indywidualnych oraz pomiary służące ocenie dawek od narażenia wewnętrznego wykonują:

A. podmioty posiadające akredytację
B. dowolne laboratoria z wzorcowaną aparaturą
C. inspektorzy ochrony radiologicznej jednostki
D. stacje sanitarno-epidemiologiczne

14. Jaką wielkość wskazuje typowy radiometr używany do pomiarów mocy dawki w otoczeniu źródeł i za osłonami?

A. Indywidualny równoważnik dawki Hp(10) zsumowany od początku roku
B. Aktywność źródła w bekerelach, przeliczaną z odległości
C. Moc przestrzennego równoważnika dawki H*(10), np. w µSv/h
D. Dawkę skuteczną pracownika uwzględniającą narażenie wewnętrzne

15. Lekarz radiologii zabiegowej nosi dwa dawkomierze: jeden pod fartuchem ochronnym, drugi nad fartuchem na wysokości kołnierza. Do czego służy dawkomierz noszony nad fartuchem?

A. Do pomiaru tła naturalnego, odejmowanego od wskazań drugiego dawkomierza
B. Do kontroli szczelności fartucha ochronnego w czasie zabiegu
C. Do pomiaru dawki pochłoniętej przez pacjenta podczas zabiegu
D. Do oceny narażenia nieosłoniętych części ciała, w tym soczewek oczu i tarczycy

16. Jaką wielkość mierzy dawkomierz pierścionkowy noszony na palcu przy pracy z otwartymi źródłami lub w radiologii zabiegowej?

A. Hp(10)
B. H*(10)
C. Hp(0,07)
D. Hp(3)

17. Dlaczego licznik Geigera-Müllera może znacznie zaniżać wskazania mocy dawki w polu impulsowym (np. przy akceleratorze lub aparacie rentgenowskim)?

A. Bo pole impulsowe składa się wyłącznie z neutronów, na które licznik nie reaguje
B. Bo impulsy promieniowania rozładowują baterię zasilającą licznik
C. Bo licznik Geigera-Müllera w ogóle nie rejestruje promieniowania fotonowego
D. Z powodu czasu martwego: wiele kwantów w krótkim impulsie daje jedno zliczenie

18. Jakim przyrządem mierzy się moc równoważnika dawki neutronów w otoczeniu wysokoenergetycznego akceleratora?

A. Licznikiem neutronów (He-3 lub BF3) w moderatorze polietylenowym
B. Komorą jonizacyjną wypełnioną powietrzem, wzorcowaną w polu Cs-137
C. Dawkomierzem pierścionkowym z detektorem termoluminescencyjnym
D. Licznikiem Geigera-Müllera z cienkim okienkiem mikowym

19. Detektory krzemowe (Si) stosuje się między innymi w:

A. kasetach dawkomierzy błonowych z filtrami
B. spektrometrach całego ciała do pomiaru neutronów
C. licznikach proporcjonalnych z gazem przepływowym
D. elektronicznych dawkomierzach indywidualnych

20. Jaką łączność między sterownią a pomieszczeniem terapeutycznym zapewnia się w pracowni akceleratorowej z wydzieloną sterownią według rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego?

A. Wyłącznie wizualną
B. Wyłącznie głosową
C. Głosową i wizualną
D. Telefoniczną z dyżurką

21. Jaki system stosuje się według rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego w pracowni rentgenowskiej (innej niż weterynaryjna) wyposażonej w wydzieloną sterownię?

A. Zamykający automatycznie drzwi pomieszczenia do napromieniania po włączeniu wysokiego napięcia
B. Wyłączający wysokie napięcie po czasie ustalonym przez inspektora ochrony radiologicznej
C. Blokujący włączenie wysokiego napięcia przy otwartych drzwiach pomieszczenia do napromieniania
D. Rejestrujący dawkę otrzymaną przez operatora w sterowni podczas każdej ekspozycji

22. W jakim przypadku osoby pracujące w pracowni wyposaża się w akustyczne indywidualne sygnalizatory promieniowania jonizującego według rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego?

A. Zawsze, gdy w pracowni stosuje się otwarte źródła promieniotwórcze dowolnej grupy
B. Gdy pracownia nie ma wydzielonej sterowni ani łączności głosowej i wizualnej
C. Zawsze, gdy pracownik jest zaliczony do kategorii A narażenia na promieniowanie
D. Gdy prace mogą spowodować przekroczenie ogranicznika dawki ustalonego w zezwoleniu

23. W budynkach co najmniej której klasy odporności pożarowej lokalizuje się, według rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego, pracownie izotopowe oraz pomieszczenia przechowywania źródeł i odpadów promieniotwórczych?

A. Pracownie: klasy C, pomieszczenia przechowywania: klasy A
B. Pracownie: klasy E, pomieszczenia przechowywania: klasy C
C. Pracownie: klasy B, pomieszczenia przechowywania: klasy D
D. Pracownie: klasy D, pomieszczenia przechowywania: klasy B

24. Przy jakiej różnicy wskazań niezależnych torów dozymetrycznych budowa akceleratora terapeutycznego musi zapewnić zakończenie lub przerwanie napromieniania, według rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego?

A. Przekraczającej 5% tych wskazań
B. Przekraczającej 3% tych wskazań
C. Przekraczającej 2% tych wskazań
D. Przekraczającej 10% tych wskazań

25. Jaki system stosuje się według rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego w pracowni klasy Z wyposażonej w wydzieloną sterownię?

A. Powodujący wysunięcie źródła do pozycji roboczej dopiero po potwierdzeniu przez dwóch operatorów

B. Powodujący umieszczenie źródeł w pozycji ochronnej przy otwieraniu drzwi do pomieszczenia do napromieniania

C. Uniemożliwiający otwarcie drzwi do pomieszczenia do napromieniania, dopóki źródło jest w pozycji roboczej

D. Rejestrujący łączny czas przebywania źródła w pozycji roboczej w ciągu doby pracy

26. W czyjej obecności wykonuje się według rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego wszystkie czynności związane ze stosowaniem otwartych źródeł promieniotwórczych w terenie, poza pracownią?

A. Inspektora ochrony radiologicznej

B. Kierownika jednostki organizacyjnej

C. Właściciela lub administratora terenu

D. Państwowego inspektora sanitarnego

27. Do której grupy izotopów promieniotwórczych zalicza się Co-60 według załącznika nr 4 do rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego?

A. Do grupy 1

B. Do grupy 2

C. Do grupy 4

D. Do grupy 3

28. Jaki napis zawiera wzór tablicy informacyjnej do oznakowania miejsca przechowywania źródeł promieniotwórczych (załącznik nr 2 do rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego)?

A. SKŁAD SUBSTANCJI NIEBEZPIECZNYCH

B. PRACOWNIA IZOTOPOWA KLASY Z

C. MAGAZYN ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH

D. MAGAZYN ŹRÓDEŁ PROMIENIOTWÓRCZYCH

29. W 1992 r. w Hanoi (Wietnam) pracownik wszedł do pomieszczenia badawczego akceleratora elektronów bez wiedzy operatorów, aby ręcznie poprawić napromienianą próbkę, i znalazł się z rękami w wiązce. Jaki jest główny wniosek dla operatora?

A. Krótkie, kilkusekundowe wejście w wiązkę akceleratora jest bezpieczne

B. Akceleratory badawcze nie wymagają blokad, bo obsługuje je wykwalifikowany personel

C. Promieniowanie z akceleratora jest groźne tylko przy napromienieniu całego ciała, a nie rąk

D. Przed każdym włączeniem wiązki trzeba mieć pewność, że w pomieszczeniu nikt nie przebywa

30. Które z wymienionych zdarzeń w zakładach napromieniania dotyczyło napromienialni ze źródłem kobaltu-60, a nie akceleratora?

A. Francja, 1991 (obróbka granulatu PTFE)
B. Maryland (USA), 1991
C. San Salvador (Salwador), 1989
D. Hanoi (Wietnam), 1992

31. Szkolenie typu S-Z (operatorzy urządzeń do brachyterapii ze źródłami promieniotwórczymi) obejmuje tematy wykładów szkolenia A-A z wyłączeniem:

A. biologicznych skutków promieniowania jonizującego
B. zasad fizyki akceleratorów
C. ustawy Prawo atomowe i aktów wykonawczych
D. zasad postępowania w sytuacjach zdarzeń radiacyjnych

32. Które z wymienionych promieniowań jest promieniowaniem niejonizującym?

A. Promieniowanie gamma emitowane przez Tc-99m
B. Promieniowanie X w tomografii komputerowej
C. Promieniowanie beta emitowane przez Y-90
D. Fale radiowe stosowane w rezonansie magnetycznym

33. Zgodnie z ustawą Prawo atomowe do promieniowania jonizującego zalicza się fale elektromagnetyczne o długości:

A. Powyżej 1 mm
B. Do 780 nm
C. Do 100 nm
D. Do 400 nm

34. Co trzeba dodatkowo uwzględnić w ochronie radiologicznej przy akceleratorze medycznym pracującym z wiązką fotonów powyżej około 10 MV?

A. Cząstki alfa emitowane przez tarczę wolframową
B. Promieniowanie ultrafioletowe z kolimatora wielolistkowego
C. Elektrony Augera z ołowianych osłon bunkra
D. Neutrony z reakcji fotojądrowych w elementach głowicy

35. Jak otrzymuje się kobalt-60 do źródeł przemysłowych i medycznych?

A. Przez napromienianie kobaltu-59 neutronami w reaktorze
B. Przez wydzielenie z rud uranu jako członu szeregu
C. Przez napromienianie kobaltu-59 promieniowaniem gamma
D. Przez wydzielenie z produktów rozszczepienia uranu

36. Co się dzieje z wiązką promieniowania X po zwiększeniu napięcia lampy przy stałym prądzie?

A. Rośnie energia fotonów, ale maleje ich liczba
B. Rośnie energia maksymalna i średnia fotonów oraz ich liczba
C. Zmienia się energia linii charakterystycznych anody
D. Rośnie liczba fotonów, a ich energia się nie zmienia

37. Dlaczego światło widzialne nie jonizuje atomów, choć promieniowanie X je jonizuje?

A. Światło widzialne ma zwykle zbyt małe natężenie
B. Energia pojedynczego fotonu światła (około 2-3 eV) jest za mała
C. Światło widzialne nie jest falą elektromagnetyczną
D. Fotony światła mają ładunek i są odpychane przez elektrony

38. Okres połowicznego rozpadu I-131 wynosi około 8 dni. Ile wynosi stała rozpadu?

A. Około 0,043 d^{-1}
B. Około 0,087 d^{-1}
C. Około 11,5 d^{-1}
D. Około 0,125 d^{-1}

39. Jak zwiększenie natężenia prądu lampy (mA) przy stałym napięciu wpływa na wiązkę promieniowania X?

A. Zmniejsza udział promieniowania charakterystycznego
B. Zwiększa proporcjonalnie liczbę fotonów, nie zmieniając ich energii
C. Zwiększa maksymalną energię fotonów
D. Zwiększa średnią energię i przenikliwość wiązki

40. Jak dla wiązki promieniowania X o widmie ciągłym ma się druga warstwa półchłonna do pierwszej?

A. Jest grubsza, bo wiązka twardnieje
B. Jest dokładnie taka sama
C. Jest równa połowie pierwszej
D. Jest cieńsza, bo wiązka mięknie

41. Ilu warstwom półchłonnym odpowiada w przybliżeniu jedna warstwa dziesięciokrotnego osłabienia (TVL)?

A. 3,3
B. 5
C. 2
D. 10

42. Warstwa półchłonna ołowiu dla danego promieniowania wynosi 0,5 cm. Jaka grubość ołowiu zmniejszy moc dawki 8 razy?

A. 2 cm
B. 4 cm
C. 1,5 cm
D. 1 cm

43. Dlaczego za grubą osłoną w szerokiej wiązce mierzy się zwykle więcej promieniowania, niż wynika z prawa I = I₀·e^(-μx)?

A. Fotony zyskują energię podczas przechodzenia przez osłonę
B. Do detektora docierają także fotony rozproszone w osłonie
C. Współczynnik osłabienia maleje w głębi osłony do zera
D. Osłona ulega aktywacji i sama emituje promieniowanie

44. Moc dawki przed osłoną wynosi 2 mSv/h. Osłona ma grubość 3 warstw dziesięciokrotnego osłabienia. Jaka jest moc dawki za osłoną (wąska wiązka)?

A. 2 µSv/h
B. 0,2 mSv/h
C. 0,67 mSv/h
D. 20 µSv/h

45. Moc dawki na stanowisku wynosi 150 µSv/h, a według planu pracy dawka na tę czynność nie może przekroczyć 50 µSv. Jak długo najwyżej może trwać praca?

A. 20 min
B. 33 min
C. 3 min
D. 45 min

46. W odległości 1 m od źródła punktowego moc dawki wynosi 0,8 mSv/h. Czynność trwa 6 minut, a dawka pracownika nie może przekroczyć 20 µSv. W jakiej najmniejszej odległości od źródła może on pracować?

A. 16 m
B. 1,4 m
C. 2 m
D. 4 m

47. Co określa stała mocy dawki Γ danego nuklidu emitującego promieniowanie gamma?

A. Aktywność, przy której moc dawki na powierzchni źródła wynosi 1 mSv/h
B. Ułamek rozpadów, w których emitowany jest kwant gamma o danej energii
C. Grubość ołowiu, która osłabia moc dawki od tego nuklidu o połowę
D. Moc dawki w odległości 1 m od źródła punktowego o jednostkowej aktywności

48. Jak promieniowrażliwość komórek niedotlenionych (hipoksycznych) na promieniowanie X ma się do promieniowrażliwości komórek dobrze utlenowanych?

A. Są bardziej oporne: ten sam skutek wymaga ok. 30 razy większej dawki
B. Są bardziej wrażliwe: ten sam skutek wymaga ok. 3 razy mniejszej dawki
C. Są bardziej oporne: ten sam skutek wymaga ok. 2,5-3 razy większej dawki
D. Są tak samo wrażliwe, bo tlen nie wpływa na skutki promieniowania X

49. Jak tłumaczy się efekt tlenowy w radiobiologii?

A. Tlen przyspiesza naprawę pęknięć nici DNA w komórce
B. Tlen pochłania część energii promieniowania i osłabia wiązkę
C. Tlen zmniejsza liczbę jonizacji zachodzących w komórce
D. Tlen utrwala uszkodzenia DNA wywołane przez rodniki

50. Które uszkodzenie DNA uważa się za główną przyczynę śmierci komórki i aberracji chromosomowych po napromienieniu?

A. Pojedyncze pęknięcie nici DNA
B. Utlenienie reszty cukrowej bez przerwania nici
C. Podwójne pęknięcie nici DNA
D. Uszkodzenie pojedynczej zasady azotowej

51. Ile w przybliżeniu pęknięć nici DNA powstaje w jądrze jednej komórki ssaka po dawce 1 Gy promieniowania X?

A. Ok. 1000 pojedynczych i ok. 1000 podwójnych pęknięć
B. Ok. 40 pojedynczych i ok. 1000 podwójnych pęknięć
C. Ok. 1000 pojedynczych i ok. 40 podwójnych pęknięć
D. Ok. 5 pojedynczych pęknięć i żadnego podwójnego

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

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

53. Na czym polega zasada działania akceleratora typu Rhodotron, stosowanego w obróbce radiacyjnej?

A. Elektrony krążą po orbicie o stałym promieniu w narastającym polu magnetycznym
B. Elektrony wielokrotnie przechodzą przez jedną wnękę współosiową, zawracane magnesami na zewnątrz
C. Protony są przyspieszane między dwoma duantami w stałym polu magnetycznym
D. Elektrony są przyspieszane jednorazowo napięciem stałym rzędu 10 MV

54. W akceleratorze tandemowym ujemne jony wodoru H^- są przyspieszane do terminalu o potencjale +2 MV, tam tracą elektrony i jako protony są przyspieszane ponownie. Jaką energię mają protony na wyjściu?

A. 2 MeV
B. 4 MeV
C. 6 MeV
D. 1 MeV

55. Przez jaki element wiązka elektronów wychodzi z próżni akceleratora do powietrza nad przenośnikiem produktu?

A. Przez otwór bez przegrody, bo wiązka elektronów sama utrzymuje próżnię
B. Przez szybę ze szkła ołowiowego, która umożliwia obserwację wiązki
C. Przez cienką folię okna, najczęściej tytanową, chłodzoną strumieniem powietrza
D. Przez grubą płytę ołowianą, która zatrzymuje promieniowanie hamowania

56. Na czym, zgodnie z ustawą Prawo atomowe, polega uzasadnienie ekspozycji osoby potencjalnie ukrytej w ładunku podczas jego kontroli?

A. Na wykazaniu przewagi korzyści dla społeczeństwa nad szkodą dla tej osoby
B. Na uzyskaniu pisemnej zgody kierowcy w imieniu osób przewożonych w ładunku
C. Na uzyskaniu zgody sądu przed każdym skanowaniem pojazdu
D. Na wykazaniu korzyści zdrowotnych, jakie ekspozycja przyniesie osobie ukrytej

57. Czy ładunek kontenera prześwietlony wiązką promieniowania X o maksymalnej energii 6 MeV staje się promieniotwórczy?

A. Tak, i przed rozładunkiem trzeba go przetrzymać przez dobę
B. Praktycznie nie, bo 6 MeV to mniej niż progi reakcji fotojądrowych większości pierwiastków
C. Nie, bo promieniowanie X w żadnych warunkach nie oddziałuje z jądrami atomowymi
D. Tak, ale tylko ładunek zawierający żywność, wodę lub inne związki wodoru

58. W jaki sposób odczytuje się dawkę z dozymetru alaninowego, stosowanego jako dozymetr odniesienia w obróbce radiacyjnej?

A. Metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR), mierząc ilość wolnych rodników

B. Przez wygrzanie dozymetru i pomiar emitowanego światła (termoluminescencja)

C. Przez pomiar zmiany oporu elektrycznego pastylki po napromienieniu

D. Przez wywołanie i pomiar zaczernienia, jak w przypadku błony rentgenowskiej

59. Skaner mobilny z akceleratorem rozstawiono w nowym miejscu. Jak prawidłowo przygotować strefę wykluczenia przed pierwszym skanowaniem?

A. Wyznaczyć ją orientacyjnie, bo rozkład mocy dawki nie zależy od otoczenia

B. Wyznaczyć ją tylko od strony ruchu pieszych, bo wiązka biegnie wyłącznie w dół

C. Wygrodzić i oznakować ją wg instrukcji, sprawdzić, że jest pusta, i zmierzyć moc dawki na granicy

D. Pominąć wygrodzenie, jeśli operator obserwuje teren przez kamerę

60. Na jakiej podstawie zwalnia się do obrotu partię wyrobów medycznych po sterylizacji wiązką elektronów?

A. Na podstawie zmiany barwy etykiet wskaźnikowych na opakowaniach

B. Na podstawie pomiaru aktywności wyrobów licznikiem Geigera-Müllera

C. Na podstawie dozymetrii rutynowej i zapisów parametrów procesu w ustalonych granicach

D. Na podstawie wskaźników biologicznych umieszczanych w każdym opakowaniu

Klucz odpowiedzi

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

Wyjaśnienia

1. D: równoważną ochronie własnych pracowników
Pracownik zewnętrzny musi mieć ochronę radiologiczną równoważną tej, jaką mają pracownicy zatrudnieni w jednostce. Szczegółowy podział obowiązków między kierownika jednostki, pracodawcę zewnętrznego i pracownika określa rozporządzenie Rady Ministrów.
Podstawa: art. 29 ust. 1 ustawy Prawo atomowe

2. D: do ukończenia przez niego 75 lat, nie krócej niż 30 lat od zakończenia pracy w narażeniu
Dokumentację zakłada i prowadzi uprawniony lekarz przez cały okres zaliczenia pracownika do kategorii A. Przechowuje się ją do osiągnięcia przez pracownika wieku 75 lat, jednak nie krócej niż 30 lat od zakończenia pracy w warunkach narażenia.
Podstawa: art. 30 ust. 3 ustawy Prawo atomowe

3. A: co najmniej raz w roku
Nadzór medyczny nad pracownikami kategorii A obejmuje wstępne badania przed zatrudnieniem oraz badania okresowe co najmniej raz w roku. Przekroczenie dawki granicznej powoduje dodatkowo obowiązek skierowania na badania lekarskie.
Podstawa: art. 30 ust. 2 ustawy Prawo atomowe

4. D: uprawnionego lekarza
O dalszej pracy w warunkach narażenia decyduje uprawniony lekarz. Jeżeli nie wyrazi zgody, stosuje się odpowiednio przepisy prawa pracy dotyczące pracownika, u którego stwierdzono objawy wskazujące na powstanie choroby zawodowej.
Podstawa: art. 31 ust. 2 i 3 ustawy Prawo atomowe

5. A: pracownicy kategorii A, za ich zgodą i za zgodą Prezesa PAA
Takie narażenie dotyczy wyłącznie pracowników kategorii A i wymaga zarówno ich zgody, jak i zgody Prezesa PAA, który określa dopuszczalne dawki. Musi być konieczne dla wykonania określonego zadania w określonym miejscu pracy i czasie.
Podstawa: art. 19 ust. 1 ustawy Prawo atomowe

6. B: skierować pracownika na badania lekarskie
Kierownik musi skierować pracownika na badania lekarskie, a dalsza praca w warunkach narażenia wymaga zgody uprawnionego lekarza. Od orzeczenia lekarza przysługuje odwołanie do sądu pracy.
Podstawa: art. 31 ust. 1 ustawy Prawo atomowe

7. B: Radon i jego krótkożyciowe produkty rozpadu
Według raportów Prezesa PAA radon i jego pochodne dają ok. 1,2 mSv rocznie, czyli blisko połowę dawki od źródeł naturalnych (ok. 2,5 mSv). Promieniowanie kosmiczne, gamma z otoczenia i radionuklidy w organizmie dają po kilka dziesiątych mSv.
Podstawa: Raport roczny Prezesa PAA: narażenie ludności

8. D: 300 Bq/m³
Ustawa ustala jeden poziom odniesienia, 300 Bq/m³, zarówno dla miejsc pracy wewnątrz pomieszczeń, jak i dla pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi. Poziom odniesienia nie jest dawką graniczną, lecz wartością, której możliwe przekroczenie wymaga działań ograniczających narażenie.
Podstawa: art. 23b ustawy Prawo atomowe

9. D: Prezes PAA
Paszport dozymetryczny wydaje Prezes PAA, a informacje o narażeniu umieszczają w nim pracodawca zewnętrzny i kierownik jednostki organizacyjnej, w której pracownik wykonuje prace.
Podstawa: art. 29 ust. 2 ustawy Prawo atomowe

10. B: Jedną przemianę jądrową na sekundę
Bekerel to jednostka aktywności w układzie SI: 1 Bq = 1 przemiana jądrowa na sekundę (s^{-1}). Wartość $3{,}7 \cdot 10^{10}$ s^{-1} to dawna jednostka kiur (Ci), a 1 J/kg to grej (Gy), jednostka dawki pochłoniętej.
Podstawa: Dozymetria: jednostki aktywności (Bq, Ci)

11. B: dopuszczalna, ale nieobowiązkowa
Ustawa stanowi, że inspektor „może” dokonać takiej oceny dla pracowników innych niż zewnętrzni. Obowiązek („dokonuje”) dotyczy pracowników zewnętrznych wykonujących działalność na terenie kontrolowanym.
Podstawa: art. 21 ust. 5 ustawy Prawo atomowe

12. A: inspektor ochrony radiologicznej
W przypadku pracowników zewnętrznych na terenie kontrolowanym wstępna operacyjna ocena dawek przez inspektora ochrony radiologicznej jest obowiązkowa. Dla pozostałych pracowników jednostki inspektor może, ale nie musi, jej dokonać.
Podstawa: art. 21 ust. 4 ustawy Prawo atomowe

13. A: podmioty posiadające akredytację
Pomiary dawek indywidualnych i pomiary do oceny narażenia wewnętrznego wykonują podmioty posiadające akredytację. Inspektor ochrony radiologicznej dokonuje jedynie wstępnej operacyjnej oceny dawek, do czasu uzyskania wyników z takiego podmiotu.
Podstawa: art. 21 ust. 2 ustawy Prawo atomowe

14. C: Moc przestrzennego równoważnika dawki H*(10), np. w µSv/h
Do monitorowania środowiska pracy służy wielkość operacyjna H*(10), czyli przestrzenny równoważnik dawki, a radiometr podaje jej moc. Hp(10) mierzą dawkomierze indywidualne noszone na ciele.
Podstawa: Dozymetria: wielkości operacyjne ICRU

15. D: Do oceny narażenia nieosłoniętych części ciała, w tym soczewek oczu i tarczycy
Dawkomierz pod fartuchem pokazuje narażenie osłoniętego tułowia, a dawkomierz nad fartuchem przy szyi narażenie części nieosłoniętych. Oba wyniki łączy się przy ocenie dawki skutecznej, a wskazanie zewnętrzne pozwala oszacować dawkę na soczewki oczu, jeśli nie stosuje się osobnego dawkomierza Hp(3).
Podstawa: Dozymetria indywidualna: podwójna dozymetria w radiologii zabiegowej

16. C: Hp(0,07)
Dla skóry i kończyn stosuje się indywidualny równoważnik dawki na głębokości 0,07 mm, czyli Hp(0,07). Hp(10) służy do oceny dawki skutecznej, Hp(3) do soczewek oczu, a H*(10) do pomiarów w środowisku pracy. Dawka graniczna dla kończyn wynosi 500 mSv rocznie.
Podstawa: Dozymetria: wielkości operacyjne ICRU, załącznik nr 4 do ustawy Prawo atomowe

17. D: Z powodu czasu martwego: wiele kwantów w krótkim impulsie daje jedno zliczenie
Po każdym wyładowaniu licznik G-M jest przez pewien czas (rzędu kilkudziesięciu do kilkuset mikrosekund) nieczuły. Gdy w impulsie trwającym mikrosekundy pada wiele fotonów, licznik rejestruje jedno zliczenie, więc wskazanie jest zaniżone. W polach impulsowych zaleca się komory jonizacyjne.
Podstawa: Dozymetria: przyrządy do pomiaru mocy dawki, pola impulsowe

18. A: Licznikiem neutronów (He-3 lub BF3) w moderatorze polietylenowym
Liczniki He-3 i BF3 wykrywają głównie neutrony termiczne. Moderator polietylenowy spowalnia neutrony prędkie i daje odpowiedź zbliżoną do równoważnika dawki w szerokim zakresie energii (tzw. rem-metr). Komora jonizacyjna i licznik G-M odpowiadają głównie na fotony.
Podstawa: Dozymetria: pomiary promieniowania neutronowego

19. D: elektronicznych dawkomierzach indywidualnych
Diody krzemowe pracują w temperaturze pokojowej, są małe i od razu dają sygnał elektryczny, dlatego stosuje się je w elektronicznych dawkomierzach indywidualnych, a także w spektrometrii alfa i w dozymetrii in vivo. Nie są elementem dawkomierzy błonowych ani liczników gazowych.
Podstawa: Dozymetria: detektory półprzewodnikowe

20. C: Głosową i wizualną
W pracowniach akceleratorowych, rentgenowskich (z wyjątkiem weterynaryjnych) i klasy Z z wydzieloną sterownią zapewnia się łączność zarówno głosową, jak i wizualną między sterownią a pomieszczeniem terapeutycznym.
Podstawa: § 7 ust. 6 pkt 1 rozporządzenia RM w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

21. C: Blokujący włączenie wysokiego napięcia przy otwartych drzwiach pomieszczenia do napromieniania
W pracowniach akceleratorowych i rentgenowskich z wydzieloną sterownią (poza weterynaryjnymi) stosuje się blokadę, która nie pozwala włączyć zasilania wysokim napięciem przy otwartych drzwiach do pomieszczenia do napromieniania. Automatyczne zamykanie drzwi byłoby sprzeczne z wymogiem, by drzwi dało się otworzyć od wewnątrz i od zewnątrz.
Podstawa: § 7 ust. 6 pkt 2 rozporządzenia RM w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

22. D: Gdy prace mogą spowodować przekroczenie ogranicznika dawki ustalonego w zezwoleniu
Akustyczne indywidualne sygnalizatory są wymagane w przypadku szczególnym, gdy prowadzone prace mogą spowodować przekroczenie limitu użytkowego dawki (ogranicznika dawki) ustalonego w zezwoleniu. Sama kategoria A czy rodzaj źródła nie przesądza o tym obowiązku.
Podstawa: § 5 ust. 8 pkt 2 rozporządzenia RM w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

23. D: Pracownie: klasy D, pomieszczenia przechowywania: klasy B
Pracownie izotopowe lokalizuje się w pomieszczeniach zabezpieczonych przed zalaniem wodą, w budynkach co najmniej klasy D odporności pożarowej. Pomieszczenia przechowywania źródeł i odpadów wymagają wyższej odporności: co najmniej klasy B.
Podstawa: § 5 ust. 9 rozporządzenia RM w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

24. A: Przekraczającej 5% tych wskazań
Akcelerator terapeutyczny kontroluje dawkę dwoma niezależnymi torami dozymetrycznymi. Napromienianie musi zostać przerwane, gdy różnica ich wskazań przekroczy 5%, a także po osiągnięciu zadanej dawki lub zadanego czasu.
Podstawa: § 12 ust. 2 pkt 2 rozporządzenia RM w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

25. B: Powodujący umieszczenie źródeł w pozycji ochronnej przy otwieraniu drzwi do pomieszczenia do napromieniania
W pracowniach klasy Z otwarcie drzwi do pomieszczenia do napromieniania musi powodować umieszczenie źródeł w pozycji ochronnej. Blokowanie drzwi jest wykluczone, bo drzwi muszą dać się otworzyć od wewnątrz i od zewnątrz.
Podstawa: § 7 ust. 6 pkt 3 rozporządzenia RM w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

26. A: Inspektora ochrony radiologicznej
Wszystkie czynności z otwartymi źródłami w terenie wykonuje się w obecności inspektora ochrony radiologicznej. Państwowego inspektora sanitarnego tylko się zawiadamia, a od właściciela terenu uzyskuje się zgodę.
Podstawa: § 18 ust. 2 pkt 3 rozporządzenia RM w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

27. B: Do grupy 2
Co-60 figuruje w grupie 2, razem m.in. z Sr-90 i I-131. Grupa 1 to izotopy najbardziej radiotoksyczne, takie jak Ra-226, Pu-239 czy Am-241.
Podstawa: załącznik nr 4 do rozporządzenia RM w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

28. D: MAGAZYN ŹRÓDEŁ PROMIENIOTWÓRCZYCH
Miejsce przechowywania źródeł oznacza się tablicą według załącznika nr 2 z napisem „MAGAZYN ŹRÓDEŁ PROMIENIOTWÓRCZYCH”. Miejsce przechowywania odpadów oznacza się odrębną tablicą magazynu odpadów promieniotwórczych.
Podstawa: załącznik nr 2 do rozporządzenia RM w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

29. D: Przed każdym włączeniem wiązki trzeba mieć pewność, że w pomieszczeniu nikt nie przebywa

Operatorzy sądzili, że pracownik opuścił pomieszczenie, i uruchomili akcelerator. Doznał on ciężkiego popromiennego uszkodzenia dłoni, a prawą trzeba było amputować. MAEA opisała to zdarzenie jako pierwsze w swojej serii raportów dotyczące akceleratora. Wnioski: przeszukanie pomieszczenia przed każdą emisją, sprawne blokady i łączność oraz kontrola dostępu.
Podstawa: Zdarzenia: akcelerator badawczy, Hanoi 1992 (raport MAEA)

30. C: San Salvador (Salwador), 1989

W San Salvador w 1989 r. pracownicy weszli do komory napromienialni gamma, gdy zestaw źródeł Co-60 nie wrócił do pozycji przechowywania; jeden z nich zmarł. Pozostałe zdarzenia dotyczyły akceleratorów elektronów. Mechanizm był podobny: wejście do komory mimo obecności promieniowania.
Podstawa: Zdarzenia: wypadki w zakładach napromieniania (MAEA)

31. B: zasad fizyki akceleratorów

W szkoleniu S-Z pomija się zasady fizyki akceleratorów, bo operator urządzeń do brachyterapii pracuje ze źródłami promieniotwórczymi, a nie z akceleratorem. W zamian dochodzą m.in. zasady bezpiecznej pracy w pracowni brachyterapii i budowa urządzeń do brachyterapii.
Podstawa: załącznik nr 2 pkt 3 do rozporządzenia RM w sprawie stanowiska mającego istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej

32. D: Fale radiowe stosowane w rezonansie magnetycznym

Fale radiowe w rezonansie magnetycznym niosą fotony o energii o wiele rzędów wielkości za małej do jonizacji atomów. Promieniowanie X, gamma i beta jonizuje materię.
Podstawa: Fizyka: promieniowanie jonizujące i niejonizujące

33. C: Do 100 nm

Ustawa definiuje promieniowanie jonizujące jako cząstki bezpośrednio lub pośrednio jonizujące oraz fale elektromagnetyczne o długości do 100 nm. Granica 100 nm odpowiada energii fotonu około 12,4 eV, porównywalnej z energią jonizacji atomów. Światło widzialne (około 380-780 nm) jest promieniowaniem niejonizującym.
Podstawa: art. 3 pkt 33 ustawy Prawo atomowe

34. D: Neutrony z reakcji fotojądrowych w elementach głowicy

Gdy energia fotonów przekracza próg reakcji fotojądrowych (dla wolframu i ołowiu około 7 MeV), fotony wybijają neutrony z jąder materiałów głowicy. W praktyce ma to znaczenie przy wiązkach powyżej około 10 MV: neutrony wpływają na projekt drzwi i labiryntu bunkra oraz aktywują elementy akceleratora.
Podstawa: Fizyka: neutrony i ich oddziaływanie z materią

35. A: Przez napromienianie kobaltu-59 neutronami w reaktorze

Trwały Co-59 wychwytuje neutron (reakcja n, γ) i staje się promieniotwórczym Co-60. To przykład aktywacji neutronowej, której ulegają też np. elementy konstrukcyjne reaktorów. Produktami rozszczepienia uranu są m.in. Cs-137, I-131 i Mo-99.
Podstawa: Fizyka: neutrony i ich oddziaływanie z materią

36. B: Rośnie energia maksymalna i średnia fotonów oraz ich liczba

Wyższe napięcie przesuwa energię maksymalną i średnią widma w górę, a wydajność wytwarzania promieniowania rośnie, więc fotonów jest więcej (w przybliżeniu proporcjonalnie do kwadratu napięcia). Energia linii charakterystycznych zależy tylko od materiału anody.
Podstawa: Fizyka: wytwarzanie promieniowania X

37. B: Energia pojedynczego fotonu światła (około 2-3 eV) jest za mała

O jonizacji decyduje energia pojedynczego fotonu, a nie natężenie wiązki. Foton światła widzialnego ma około 1,6-3,3 eV, czyli mniej niż energia jonizacji atomów (kilka-kilkanaście eV). Fotony X mają energie rzędu keV i większe.
Podstawa: Fizyka: promieniowanie jonizujące i niejonizujące

38. B: Około 0,087 d^{-1}

$\lambda = \ln 2 / T½ = 0{,}693 / 8\ d \approx 0{,}087\ d^{-1}$. Wartość 0,125 d^{-1} to $1/T½$ (pominięte ln 2), a 11,5 to odwrócony wzór $T½ / \ln 2$.
Podstawa: Fizyka: prawo rozpadu promieniotwórczego

39. B: Zwiększa proporcjonalnie liczbę fotonów, nie zmieniając ich energii

Prąd lampy określa liczbę elektronów uderzających w anodę w jednostce czasu. Dwukrotnie większy prąd daje dwukrotnie więcej fotonów (i dwukrotnie większą moc dawki), ale kształt widma i energia maksymalna zależą od napięcia, a nie od prądu.
Podstawa: Fizyka: wytwarzanie promieniowania X

40. A: Jest grubsza, bo wiązka twardnieje
Pierwsza warstwa usuwa głównie fotony niskoenergetyczne, więc wiązka za nią ma wyższą średnią energię i jest bardziej przenikliwa. Druga warstwa półchłonna musi więc być grubsza. Dla wiązki monoenergetycznej obie warstwy byłyby równe.
Podstawa: Fizyka: prawo osłabienia wiązki, warstwa półchłonna

41. A: 3,3
TVL = ln 10 / μ, a HVL = ln 2 / μ, więc TVL / HVL = 2,303 / 0,693 ≈ 3,32. Dla porównania 3 warstwy półchłonne osłabiają wiązkę 8 razy, a 4 warstwy 16 razy.
Podstawa: Fizyka: prawo osłabienia wiązki, warstwa półchłonna

42. C: 1,5 cm
$8 = 2^3$, więc potrzebne są 3 warstwy półchłonne: 3 · 0,5 cm = 1,5 cm. Wynik 4 cm to błędne pomnożenie HVL przez 8.
Podstawa: Fizyka: prawo osłabienia wiązki, warstwa półchłonna

43. B: Do detektora docierają także fotony rozproszone w osłonie
Prawo wykładnicze opisuje wąską wiązkę, z której usuwany jest każdy foton, który oddziałał. W szerokiej wiązce część fotonów rozproszonych komptonowsko nadal dociera do punktu za osłoną. Uwzględnia to czynnik narastania (build-up) B > 1.
Podstawa: Fizyka: prawo osłabienia wiązki, warstwa półchłonna

44. A: 2 μSv/h
Trzy warstwy TVL osłabiają wiązkę $10^3 = 1000$ razy: 2 mSv/h / 1000 = 0,002 mSv/h = 2 μSv/h. Wynik 0,67 mSv/h to błędne dzielenie przez 3.
Podstawa: Fizyka: prawo osłabienia wiązki, warstwa półchłonna

45. A: 20 min
Czas = dawka dopuszczalna / moc dawki = 50 / 150 h = 1/3 h = 20 min. Wynik 3 min powstaje po odwróceniu ilorazu, a 33 min po odczytaniu 0,33 h jako 33 minut.
Podstawa: Ochrona radiologiczna: planowanie czasu pracy

46. C: 2 m
W 1 m przez 0,1 h dawka wyniosłaby 0,8 mSv/h · 0,1 h = 80 μSv, czyli 4 razy za dużo. Moc dawki trzeba zmniejszyć 4 razy, więc odległość należy zwiększyć √4 = 2 razy, do 2 m.
Podstawa: Fizyka: prawo odwrotności kwadratów odległości

47. D: Moc dawki w odległości 1 m od źródła punktowego o jednostkowej aktywności
Stała mocy dawki wiąże aktywność źródła punktowego z mocą dawki w odległości 1 m, np. w mSv·m²/(h·GBq). Grubość połowiąca moc dawki to warstwa półchłonna, a ułamek emisji to wydajność kwantowa linii gamma.
Podstawa: Dozymetria: stała mocy dawki źródła punktowego

48. C: Są bardziej oporne: ten sam skutek wymaga ok. 2,5-3 razy większej dawki
Jest to efekt tlenowy. Współczynnik wzmocnienia tlenowego (OER), czyli stosunek dawek dających ten sam skutek w warunkach hipoksji i w obecności tlenu, wynosi dla promieniowania X i gamma ok. 2,5-3. Dlatego niedotlenione obszary guza utrudniają radioterapię.
Podstawa: Radiobiologia: efekt tlenowy (OER)

49. D: Tlen utrwala uszkodzenia DNA wywołane przez rodniki
Według hipotezy utrwalania uszkodzeń tlen reaguje z rodnikami powstałymi w DNA i tworzy nadtlenki, których komórka nie potrafi odwrócić. Bez tlenu część takich uszkodzeń zostaje chemicznie naprawiona, np. przez związki zawierające grupy sulfhydrylowe. Tlen nie zmienia samego procesu jonizacji.
Podstawa: Radiobiologia: efekt tlenowy, hipoteza utrwalania uszkodzeń

50. C: Podwójne pęknięcie nici DNA
Podwójne pęknięcie przerywa obie nici w bliskim sąsiedztwie, więc brakuje nieuszkodzonej matrycy do naprawy. Niezreperowane lub błędnie połączone podwójne pęknięcia prowadzą do aberracji chromosomowych, śmierci komórki albo mutacji. Pojedyncze pęknięcia i uszkodzenia zasad są liczniejsze, ale naprawiane sprawnie.
Podstawa: Radiobiologia: uszkodzenia DNA

51. C: Ok. 1000 pojedynczych i ok. 40 podwójnych pęknięć
Typowe szacunki podręcznikowe (np. Hall) to ok. 1000 pojedynczych pęknięć, kilkadziesiąt (ok. 40) podwójnych i ponad 1000 uszkodzeń zasad na 1 Gy. Mimo to większość komórek przeżywa, bo większość uszkodzeń zostaje naprawiona. O śmiertelności decydują głównie podwójne pęknięcia.
Podstawa: Radiobiologia: liczba uszkodzeń DNA na 1 Gy

52. C: 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

53. B: Elektrony wielokrotnie przechodzą przez jedną wnękę współosiową, zawracane magnesami na zewnątrz
W Rhodotronie wiązka przecina wnękę współosiową zasilaną polem wielkiej częstotliwości, wychodzi z niej, jest zawracana przez magnes i wchodzi ponownie, za każdym przejściem zyskując energię. Tor wiązki przypomina płatki kwiatu. Pozwala to uzyskać 10 MeV przy dużej mocy wiązki w pracy ciągłej.
Podstawa: Akceleratory: Rhodotron

54. B: 4 MeV
Jon H^- (ładunek -e) zyskuje 2 MeV w drodze do terminalu. Po zdarciu dwóch elektronów proton (ładunek +e) jest odpychany od terminalu i zyskuje kolejne 2 MeV. Razem 4 MeV, czyli dwukrotność napięcia terminalu. Takie akceleratory służą m.in. do analiz materiałowych i datowania radiowęglowego.
Podstawa: Akceleratory: akcelerator tandemowy

55. C: Przez cienką folię okna, najczęściej tytanową, chłodzoną strumieniem powietrza
Okno musi być na tyle cienkie (dziesiątki mikrometrów), by elektrony traciły w nim mało energii, a jednocześnie wytrzymać różnicę ciśnień i nagrzewanie przez wiązkę. Uszkodzenie okna powoduje utratę próżni, na którą reagują blokady akceleratora.
Podstawa: Akceleratory: okno wyjściowe wiązki

56. A: Na wykazaniu przewagi korzyści dla społeczeństwa nad szkodą dla tej osoby
Ustawa wiąże uzasadnienie tej ekspozycji z korzyściami dla społeczeństwa, bo osoba ukryta nie odnosi z niej korzyści własnej. Nie wymaga się zgody sądu ani zgody kierowcy. Mimo to skanowanie jest narażeniem, które trzeba optymalizować.
Podstawa: art. 33zh ust. 2 ustawy Prawo atomowe

57. B: Praktycznie nie, bo 6 MeV to mniej niż progi reakcji fotojądrowych większości pierwiastków
Aktywację wywołują reakcje fotojądrowe, których progi dla większości pierwiastków leżą powyżej 6 MeV (wyjątkami są m.in. deuter i beryl, które dają najwyżej śladowe ilości neutronów). Ładunek po skanowaniu nie emituje promieniowania. Przy wyższych energiach reakcje fotojądrowe są możliwe, więc ostatnia odpowiedź jest błędna.
Podstawa: Fizyka: progi reakcji fotojądrowych

58. A: Metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR), mierząc ilość wolnych rodników
Promieniowanie wytwarza w krystalicznej alaninie trwałe wolne rodniki, których ilość jest proporcjonalna do dawki. Mierzy się ją spektrometrem EPR, a odczyt nie niszczy dozymetru. Alanina dobrze sprawdza się w zakresie dawek technologicznych (kGy).
Podstawa: Dozymetria procesowa: dozymetr alaninowy (EPR)

59. C: Wygrodzić i oznakować ją wg instrukcji, sprawdzić, że jest pusta, i zmierzyć moc dawki na granicy
Granice strefy wynikają z dokumentacji urządzenia i oceny narażenia, ale w nowym miejscu (inne podłoże, przeszkody rozpraszające) sprawdza się je pomiarem przy pierwszym skanowaniu. Przed każdym włączeniem wiązki operator upewnia się, że w strefie nikt nie przebywa.
Podstawa: Skanery pojazdów i kontenerów: strefa wykluczenia

60. C: Na podstawie dozymetrii rutynowej i zapisów parametrów procesu w ustalonych granicach
W sterylizacji radiacyjnej stosuje się zwolnienie dozymetryczne: partia jest zgodna, gdy dozymetry rutynowe potwierdzają dawkę między minimalną a maksymalną, a energia i prąd wiązki, szerokość skanowania i prędkość przenośnika mieściły się w granicach. Wskaźniki biologiczne nie są zalecane do rutynowego zwalniania, a etykiety wskaźnikowe pokazują tylko, że opakowanie było napromienione.
Podstawa: Sterylizacja radiacyjna: zwolnienie dozymetryczne (ISO 11137)