Osakidetza



OSPITALEKO ERRADIOFISIKAKO FAKULTATIBO ESPEZIALISTA MEDIKO-TEKNIKOA

GALDERAK

1. **Aukera hauetatik, zein dagokio auger elektroien igorpenari?**

   a) Gertagarriagoa da Z zenbaki atomiko txikia duten materialetan.
   b) Gertagarriagoa da masa-dentsitate handiko materialetan.
   c) Prozesu fluoreszente bat da, non fotoi erasotzaile batek elektroien igorpena estimulatzen duen.
   d) Ia ez da ikusten $\mathrm{Z} = 30$ zenbaki atomikoko materialetan.

2. **Balaztatze-ahalmen murriztuak dimentsio hauek ditu:**

   a) $\mathrm{ML}^2\mathrm{T}^{-2}$.
   b) MLT^{-2}.
   c) LT^{-2}.
   d) $\mathrm{M}^2\mathrm{LT}^{-2}$.

3. **1 MeV-eko γ-fotoi baten uhin-luzera, gutxi gorabehera, hau da:**

   a) 0.024 Å.
   b) 0.012 Å.
   c) 0.006 Å.
   d) 0.001 Å.

4. **Bikote-ekoizpen prozesuaren sekzio eraginkor osoa (nukleoaren eremuan) material xurgatzailearen Z zenbaki atomikoaren arabera, gutxi gorabehera, honako honekiko proportzionala da:**

   a) Z.
   b) Z^2.
   c) Z^3.
   d) Konstantea (Z-rekiko independentea).

5. **Zein da ^{90}Y-ren semidesintegrazio-periodoa?**

   a) 2,67 h.
   b) 64,1 h.
   c) 28,2 urte.
   d) 5,27 urte.



6. Honako baieztapen hauetatik, zein da zuzena?

a) Energia jakin bateko fotoi batentzat elkarrekintza mota bakarra gerta daiteke.
b) Efektu fotoelektrikoa, Compton eta bikote-ekoizpena gertatzeko probabilitatea energiarekin txikitzen da.
c) 100 keV-ko fotoi batentzat ehun bigunean elkarrekintza probableena efektu fotoelektrikoa da.
d) 10 MeV-ko fotoi batentzat elkarrekintza probableena Compton efektua da.

7. Adierazi erantzun OKERRA erradioterapian erabiltzen diren ortotentsioko ekipoei buruz:

a) Ehunen gainazalean dosi xurgatu handia eragiten dute.
b) Anodo birakariko hodiak erabiltzen dituzte.
c) Irradiazio-denborak luzeagoak dira.
d) Ez dira erabiltzen tumore sakonak tratatzeko.

8. Atomoen nukleoen propietate magnetikoak honako hauen baldintzapean daude:

a) Spin-a.
b) Protoien eta neutroien berezko karga-banaketak.
c) Masa atomikoa.
d) a) eta b) zuzenak dira.

9. Elkarrekintza nuklear bortitzari dagokionez, baieztapen hauetatik zein EZ da zuzena:

a) Distantzia laburretan, Coulomb-en indarra baino askoz bortitzagoa da, protoien aldarapena konpentsatzeko.
b) Protoiek eta neutroiek jasaten dute, eta beti erakarpenezkoa da.
c) Nukleoari kohesioa emateaz gain, nukleoien quarkak elkartuta mantentzen ditu.
d) 4 fm-ko distantzian, protoien arteko indar elektrostatikoa eta nuklearra gutxi gorabehera berdinak dira.

10. Erradiofisikan erabiltzen diren oinarrizko magnitude eta unitateei buruzko baieztapen hauen artean, adierazi zuzen bakarra.

a) Gray-ak (Gy) eta sievert-ak (Sv) SI dimentsio berberak dituzte ($J \cdot kg^{-1}$), baina fisikoki magnitude desberdinak neurtzen dituzte.
b) Kerma gray-etan adierazten da airearen kasuan, eta sievert-etan ehun biologikoaren kasuan.
c) Roentgen (R) unitate zaharrak baliokidetasun zehatza eta dimentsionala du gray-arekin: $1\ R = 0{,}01$ Gy.
d) Becquerel-a (Bq) eta curie-a (Ci) esposizio-tasaren unitateak dira biak.



11. Zein da gutxi gorabehera erradiazio ULTRAMOREARI dagokion uhin-luzeren tartea?

a) $0{,}01 - 10$ nm.
b) $10 - 400$ nm.
c) $400 - 700$ nm.
d) 1 mm.

12. SIan, iturri erradioaktibo baten jarduera honela neurtzen da:

a) Sv.
b) Ci.
c) Bq.
d) TKRA.

13. Ordenatu espektro elektromagnetikoa uhin-luzera handienetik txikienera:

a) Mikrouhinak – Infragorria – Argi ikusgaia – Ultramorea – Gamma izpiak.
b) Gamma izpiak – Ultramorea – Argi ikusgaia – Infragorria – Mikrouhinak.
c) Mikrouhinak – Ultramorea – Argi ikusgaia – Infragorria – Gamma izpiak.
d) Gamma izpiak – Infragorria – Argi ikusgaia – Ultramorea – Mikrouhinak.

14. LET handiko erradiazioek:

a) Oxigenazio-efektua baztergarria ere izaten hastea dakarte.
b) Oxigenazio-efektua handiagoa izatea dakarte.
c) EBR bera lortzeko, dosia handitzea dakarte.
d) Ez dute amaierako EBRa aldatzen.

15. Zeharka ionizatzen duen erradiazio-sorta bat material batean sartzen da. Partikula kargatuen behin-behineko oreka (TCPE) dagoenean, adierazi aukera zuzena:

a) Dosia eta talka-kerma proportzionalak dira, eta proportzionaltasun-erlazioa 1 da.
b) Dosia eta talka-kerma proportzionalak dira, eta proportzionaltasun-erlazioa 1 baino handiagoa da.
c) Dosia eta talka-kerma proportzionalak dira, eta proportzionaltasun-erlazioa 1 baino txikiagoa da.
d) Ez da beharrezkoa dosiaren eta kermaren arteko proportzionaltasuna.

16. Energia lineala bolumen jakin batean energia-deposizio gertaera batek materiari emandako energiaren eta V bolumen horretako kordaren batez besteko luzeraren arteko zatidura da. A gainazal-azalera duen gorputz ganbil baterako, kordaren batez besteko luzera honako hau da:

a) $(1/6) \cdot (V/A)$.
b) $\pi \cdot (V/A)$.
c) $(1/3) \cdot (V/A)$.
d) $4 \cdot (V/A)$.



17. Paziente batek ^{192}Ir-ren aldi baterako inplantea du, 20 mCi-ko jarduerarekin (esposizio-tasaren konstantea $\Gamma = 4{,}6\ \mathrm{R}\cdot\mathrm{cm}^2\cdot\mathrm{mCi}^{-1}\cdot\mathrm{h}^{-1}$). Iturrietatik 2,5 m-ra esposizio-tasa hau da:

a) $5{,}4\ \mathrm{mR}\cdot\mathrm{h}^{-1}$.
b) $3{,}7\ \mathrm{mR}\cdot\mathrm{h}^{-1}$.
c) $9{,}2\ \mathrm{mR}\cdot\mathrm{h}^{-1}$.
d) $1{,}4\ \mathrm{mR}\cdot\mathrm{h}^{-1}$.

18. 100 KeV eta 10 MeV bitarteko energia duten neutroiei, nola esaten zaie?

a) Termiko.
b) Epitermiko.
c) Geldo.
d) Azkar.

19. Zenbaki atomiko handiko materialetan, hala nola berunean (Pb $Z = 82$), interakzio fotoelektriko batek *K* geruzan hutsune bat sortzen duenean, atomoaren deseszitazioa nagusiki honela gertatzen da:

a) Auger igorpena, *K* geruzako fluoreszentzia-etekina ia hutsa delako.
b) Erradiazio karakteristikoaren igorpena, *K* geruzako fluoreszentzia-etekina oso handia delako, unitatetik gertu.
c) Beta igorpena, nukleoa eszitatuta geratzen delako interakzio fotoelektrikoaren ondoren.
d) Positroi/elektroi suntsiketa, Pb-k edozein energiatan bikote-ekoizpena errazten duelako.

20. Sr-90-aren beta igorpenak (2,2 MeV) gutxi gorabeherako irismen hau du:

a) 1 cm uretan eta 8 m airean.
b) 2 cm uretan eta 4 m airean.
c) 10 cm uretan eta 80 m airean.
d) 4,4 cm uretan eta 34 m airean.

21. 4 MeV eta 8 MeV arteko alfa partikuletarako aireko ibilbidearen eta ehuneko ibilbidearen arteko zatidura gutxi gorabehera, hau da:

a) 100.
b) 200.
c) 400.
d) 800.



22. Lagin erradioaktibo batean 10 minutuan erregistratutako kontuen kopurua, hondoa gehituta, 10.000 da, eta 6 minutuz hondoan bakarrik erregistratutako kontuak, berriz, 1.296. Zein da kontuen tasa minutuko eta haren desbiderapen estandarra?

a) (784 ± 20) cpm.
b) (1000 ± 216) cpm.
c) (784 ± 12) cpm.
d) (1000 ± 220) cpm.

23. Zein baieztapen da zuzena kermari dagokionez?

a) Kerma funtsean fotoietarako eta elektroietarako erabiltzen da, inoiz ez neutroietarako.
b) Kerman bi osagai defini daitezke, kontuan hartuz energia tokian bertan disipatzen den (eszitazioak eta ionizazioak sortuz) edo urrunago garraiatzen den (balaztatze-erradiazioaren bidez).
c) Magnitude estokastikoa eta puntukoa da.
d) Beti dago alde nabarmena kermaren eta dosi xurgatuaren artean.

24. Zein da uretan dosi xurgatua modu absolutuan zehazteko erabiltzen EZ den metodoa?

a) Kalorimetria.
b) Luminiszentzia bidezko dosimetria.
c) Dosimetria kimikoa.
d) Ionizazio bidezko dosimetria.

25. Zein da diamante-detektagailuaren abantaila nagusia eremu txikien dosimetrian?

a) Urarekiko baliokidetasun perfektua ($Z_{eff} = Z_{eff\,\mathrm{ura}}$).
b) Dosi-tasarekiko erabateko independentzia.
c) Bolumen sentikor oso txikia, espazio-bereizmen bikaina eta perturbazio txikia.
d) Kostu oso baxua Farmer ganberekin alderatuta.

26. $k = 2$ estaldura-faktoredun ziurgabetasun hedatu batek (banaketa normala jarraitzen duen neurketa batena) estaldura-probabilitate honi dagokio, gutxi gorabehera:

a) % 68,3.
b) % 95,5.
c) % 99,0.
d) % 99,7.



27. X_i magnitudearen baliorako goi-muga (A) eta behe-muga (B) bakarrik zenbatetsi badaitezke eta sarrerako magnitudearen aldakortasunerako probabilitate-banaketa errektangularra dela joz gero, ziurgabetasun tipikoaren karratuaren balioa honela kalkulatuko da:

a) $(1/4) \cdot (A - B)^2$.
b) $(1/3) \cdot (A - B)^2$.
c) $(1/6) \cdot (A + B)^2$.
d) $(1/12) \cdot (A - B)^2$.

28. Adierazi zein den baieztapen zuzena dosimetro pertsonal aktiboei buruz:

a) Esposizioan zehar dosia integratzen dute, eta ez dute elikadura-iturririk behar funtzionatzeko.
b) Gehien erabiltzen diren dosimetro aktiboak dosimetro termoluminiszenteak dira.
c) Irakurketa laborategi espezializatuetan egiten da esposizio-aldia amaitzean.
d) Denbora errealean metatutako dosiari eta dosi-tasari buruzko informazioa eskaintzen dute.

29. Honako ezaugarri hauetatik, zein ez genuke nahiko eremu txikien dosimetrian erabilitako detektagailu batean?

a) Dosiak xurgatzeko ezaugarriei dagokienez, detektagailuaren eremu sentikorra uraren baliokidea izatea.
b) Detektagailuaren eremu sentikorraren dentsitatea uraren dentsitatearen antzekoa izatea.
c) Detektagailuaren eremu sentikorraren tamaina txikia izatea, eremuaren tamainaren aldean.
d) Seinalea/zarata erlazio txikia edukitzea.

30. Film erradiokromikoak eremu-itzalpean eta eremu txikietan aukerako tresna dosimetrikoa izateko funtsezko arrazoia hauxe da:

a) Beren sentikortasun oso altua (SNR altua).
b) Beren espazio-bereizmen oso altua.
c) Beren kostu baxua dosimetro bakoitzeko.
d) Beren espazio-uniformetasun perfektua.

31. keV batzuetatik $50\,\mathrm{MeV}$ arteko energiak dituzten X izpien kasuan, ioi-bikote bakoitzeko aire lehorrean xahututako batez besteko energia, gutxi gorabehera, honako hau da:

a) $(30{,}27 \pm 0{,}06)$ eV.
b) $(33{,}97 \pm 0{,}06)$ eV.
c) $(36{,}97 \pm 0{,}06)$ eV.
d) $(35{,}01 \pm 0{,}06)$ eV.



32. Adierazi erantzun zuzena Geiger-Müller kontagailu bati buruz:

a) Inpultsoak sortzen ditu, eta haien tamaina erradiazio erasotzailearen motaren eta betetze-gasaren araberakoa da.
b) Elektroien espektrometria-neurketetarako erabil daiteke, tentsioa nahikoa altua bada.
c) Partikula erasotzaileak askatutako energiak ez du eraginik sortutako inpultsoaren ezaugarrietan.
d) Sortutako inpultsoaren tamaina partikula erasotzailearen energiarekin lotuta dago funtzio esponentzial baten bidez.

33. Panel lauko detektagailu digital baten detekzio-efizientzia kuantikoari (DQE, *Detective Quantum Efficiency*) buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) DQE bihurketa-materialaren xurgapen-efizientziaren araberakoa da soilik, eta ez da aldatzen espazio-maiztasunarekin.
b) DQE espazio-maiztasunaren araberakoa da, eta sorta erasotzailetik irudirainoko SNR^2ren transferentzia adierazten du.
c) Zarata elektronikorik gabeko detektagailu batean, DQE beti 1 da espazio-maiztasun guztietarako.
d) DQE $MTF(f)/NPS(f)$ gisa kalkulatzen da, eta mm^{-1} unitatetan adierazten da.

34. Erradiografia digitalean, zeharkako bihurketako panel lauko detektagailu batek dirdirategile bat erabiltzen du X izpiak argi bihurtzeko seinale elektrikoa sortu aurretik, eta zuzeneko bihurketako detektagailu batek, berriz, karga elektrikoa zuzenean sortzen du fotoeroale batean. Silizio amorfoko eta selenio amorfoko panelei buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) Selenio amorfoko detektagailuetan, X izpiek zuzenean sortzen dute karga elektrikoa fotoeroalean.
b) Silizio amorfoko zeharkako detektagailuetan, X izpiek zuzenean sortzen dute karga elektrikoa silizio-matrizean.
c) CsI-k zuzeneko fotoeroale gisa jokatzen du, X izpiek sortutako karga bilduz.
d) Selenio amorfoak aurretiko dirdirategile bat behar du X izpiak argi ikusgai bihurtzeko.

35. Adierazi erradiodiagnostikoko dosimetrian erabiltzen diren dosimetro termoluminiszenteei (TLD) buruzko honako baieztapenetatik zein den zuzena:

a) TLDak detektagailu primarioak dira, eta kelvin termodinamikoaren nazioarteko patroiaren aurrean kalibratzen dira zuzenean.
b) TLDak detektagailu pasibo sekundarioak dira, eta fading-a eta dosi altuetan erantzun ez-lineala izan ditzakete; beraz, kalibrazioa eta irakurketa-baldintza kontrolatuak behar dituzte.
c) TLDek erantzun guztiz lineala dute tarte kliniko osoan, eta fading-a baztergarria da; beraz, erreferentziazko detektagailu idealak dira.
d) TLDak optikoki irakurtzen dira berotu gabe, eta horrek pastila beraren irakurketa anitz ez-suntsitzaileak egitea ahalbidetzen du.



36. PET tomografo batean, detektagailuek eta eskuratze-elektronikak prozesatze-denbora finitua dute erregistratutako gertaera bakoitzaren ondoren. Gertaera-tasa handituz gero, gertaera batzuk ez dira zenbatuko denbora hilaren eraginez. Fenomeno honi buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) Denbora hilagatiko galera esanguratsua da soilik zenbaketa-tasa baxuetan.
b) Modu errutinarioan zehaztu daiteke Adams fantoma bat eta bi ^{99m}Tc iturri erabiliz.
c) Denbora hilagatiko galera batez ere zenbaketa-tasa altua denean garrantzitsu bihurtzen da.
d) Beti dago presente garrantzi berarekin, baina ez du zuzenketarik behar PET azterketetan.

37. AAPM Report N.º 116 "An exposure Indicator for digital Radiography" dokumentuaren arabera, Desbideratze Indizea (DI) irudi zehatz baten detektagailuaren erantzunaren doikuntzaren adierazle gisa definitzen da, KIND, xede-erantzunaren arabera (KTGT). DIren ± 1eko aldaketa bat KIND balio jakinaraziaren KTGTrekiko aldaketari dagokio, honako erlazio honen arabera:

a) $+\%\,25/-\%\,25$.
b) $+\%\,50/-\%\,50$.
c) $+\%\,20/-\%\,20$.
d) $+\%\,25/-\%\,20$.

38. Ionizazio-ganbera batean, ioi-birkonbinazioa handituz gero, eta dagokion zuzenketa aplikatu ezean, elektrometroak neurtutako irakurketak honako joera hau izango du:

a) Handitzea, ganberan karga gehiago biltzen direlako.
b) Murriztea, ioi-bikoteen zati bat bildu aurretik birkonbinatzen delako.
c) Ez aldatzea, birkonbinazioak sorta pultsatuei soilik eragiten dielako.
d) Benetako balioaren inguruan oszilatzea, alborapen sistematikorik gabe.

39. Irradiazioaren sindrome akutuari buruz:

a) Irradiazioak indibiduo bati modu osoan edo oso modu zabalean (zelula-masaren $\%\,60$) eragiten dionean gertatzen da, eta $1-3$ Gy-tik aurrera gerta daiteke.
b) Hiru sindrome daude, eta agertzeko behar duten dosi xurgatuaren balioaren arabera goranzko ordenan jarrita honako hauek dira: gastrointestinala, neurobaskularra, hematopoietikoa.
c) Sindrome hematopoietikoa dosiak 6 Gy baino handiagoak direnean soilik agertzen da.
d) Sindrome neurobaskularra hiruretatik ezagunena da, SBRT teknikak erabili ondoren datuak biltzeari esker.



40. Klinikoki detektagarriak diren tumoreetan, erradioterapia-tratamendu batean, xurgatutako dosia zenbat eta handiagoa izan orduan eta handiagoa da Tumorea Kontrolatzeko Probabilitatea (PCT). Probabilitate-areagotze hori honela deskribatzen da:

a) Atari-dosirik gabeko kurba sigmoide batez.
b) Atari-dosia duen kurba sigmoide batez.
c) Kurba esponentzial batez.
d) Atari-dosirik gabeko zuzen batez.

41. LET handiko erradiazioen eraginkortasun biologiko erlatiboak (EBR) erreferentziazko fotoiekiko (250 kVp) LET terapeutiko optimoan ($\sim 100\ \mathrm{keV}/\mu\mathrm{m}$ **) tipikoki hartzen dituen balioak honako hauen ingurukoak dira:**

a) < 1.
b) 1 (fotoien baliokidea).
c) > 1.
d) Balio negatiboak.

42. Erradiazio mota hauetatik, zeinek sortzen du ionizazio kopuru handiena $1\ \mathrm{Gy}$**-ko dosi bererako?**

a) Fotoiek.
b) Protoiek.
c) Karbono-12 ioiek.
d) a), b) eta c) aukerek ionizazio kopuru bera sortzen dute.

43. Hiperfrakzionamendua justifikatzen duen premisa erradiobiologikoa honako hauen arteko aldea baliatzea da:

a) α/β altua tumorean eta α/β baxua erantzun berantiarreko ehun osasuntsuan.
b) α/β baxua tumorean eta α/β altua ehun osasuntsuan.
c) Dosi total txikia eta frakzioko dosi handia.
d) Denbora total luzea eta frakzioen arteko denbora laburra.

44. Zelulen biziraupeneko eredu lineal-koadratikoan, zeri lotzen zaizkio efektu berantiarrak?

a) Osagai linealari eta zelulen leheneratzeari.
b) Osagai koadratikoari eta zelulen leheneratzeari.
c) Osagai linealari eta zelulen heriotzari.
d) Osagai koadratikoari eta zelulen heriotzari.

45. Anoxia dagoenean, EBRari dagokionez, baieztapen hauetatik zein da zuzena?

a) Handiagoa da protoi bidezko irradiazioan, ioi bidezkoan baino.
b) Oxigenazio-egoeran dagoen ia bera da karbono ioi bidezko irradiaziorako.
c) Handitu egiten da fotoi bidezko irradiazioan.



d) Horietako bat ere ez.

46. Hauetatik, zein da zuzena tratamendu-eskema hipofrakzionatuei dagokienez?

a) Potentzialki erakargarriak izango lirateke, tumorearen alfa/beta parametroaren balioa dauden ehun osasuntsuen efektu kronikoen balioaren antzekoa edo hura baino txikiagoa duten minbiziei dagokienez.
b) Kaltegarriagoak izango lirateke alfa/beta altuko ehunetarako.
c) Potentzialki erakargarriak izango lirateke, tumorearen alfa/beta parametroaren balioa dauden ehun osasuntsuen efektu kronikoen balioa baino handiagoa duten minbiziei dagokienez.
d) Frakzioko dosia gutxitzeak tumorearen gaineko EBRa handitzeko aukera emango liguke, eta finko mantenduko litzateke ehun osasuntsuen gaineko efektu berantiarren maila.

47. Gorputz osoko erradiazioak eragindako sindrome gastrointestinal akutuaren agerpen-atalasea hau da, gutxi gorabehera:

a) 0,5 Gy.
b) 6 Gy.
c) 30 Gy.
d) 100 Gy.

48. Sindrome akutuen agerpena, jasotako dosiaren arabera ordenatuta, txikienetik handienera, hau da:

a) Sindrome hematopoietikoa, sindrome gastrointestinala eta sindrome neurobaskularra.
b) Sindrome gastrointestinala, sindrome neurobaskularra eta sindrome hematopoietikoa.
c) Sindrome neurobaskularra, sindrome hematopoietikoa eta sindrome gastrointestinala.
d) Sindrome gastrointestinala, sindrome hematopoietikoa eta sindrome neurobaskularra.

49. Mugikortasun urriko paziente bat erradioterapiarekin tratatzea erabaki da, 4 Gy/frakzio-ko eskema hipofrakzionatu batekin, egunean behin, astean bost egunez, astean 5 egunez 2 Gy-ko frakziotan guztira 30 Gy ematearen ohiko eskemaren ordez. Eredu lineal/koadratikoaren eta dosi biologiko baliokidearen (DBE) arabera, zer dosi oso eman behar dugu eskema hipofrakzionatu berriarekin ohiko eskemaren baliokidea izan dadin, $\alpha/\beta = 2$ ezaugarri duen ehun osasuntsuaren efektu bati dagokionez?

a) 12 Gy.
b) 20 Gy.
c) 24 Gy.
d) 40 Gy.



50. Adierazi ondoko baieztapenetatik OKERRA dena:

a) Berariaz baimendutako esposizio baten ondorioz langile batek dosi-mugak gaindituz gero, bere segurtasunerako, lanpostuz alda daiteke edo bere ohiko lanetik baztertua izan daiteke, bere baimenik gabe.
b) Profesional haurdun baten kasuan, gutxienez bere egoeraren berri eman duenetik, fetuaren babesak herritarrenaren parekoa behar du.
c) B kategoriako langileek jasotako banakako dosiak lan-inguruan egindako zaintzatik abiatuta zenbatetsi daitezke, betiere horrek langile horien sailkapen zuzena egiaztatzea ahalbidetzen badu.
d) Eremu kontrolatua hau da: erradiazio ionizatzailearen esposizioa murrizteko edo kutsadura erradioaktiboaren sakabanaketa saihesteko lan-prozedurei jarraitu behar zaien eremua.

51. Fotoi bidezko kanpoko erradioterapiako tratamendu konbentzional batean, 60 Gy**-ko dosi totala ematen da** 2 Gy**-ko** 30 **frakziotan banatuta, egunean frakzio bat emanez, dosi osoa saio bakar batean eman beharrean. Ikuspegi erradiobiologikotik, zein da frakzionamendu hori justifikatzen duen arrazoi nagusietako bat?**

a) Ehun osasuntsuei aukera ematea frakzio bakoitzak eragindako kalte subletalaren zati bat konpontzeko, hurrengo irradiazioa jaso aurretik.
b) Albo-ondorio berantiarrak agertzea erabat saihestea, frakzioaren dosiak 5 Gy argi gainditzen duenean bakarrik agertzen baitira.
c) Tumore-zelulak progresiboki erradiorresistente bihurtzea, tratamendua toxikotasun txikiagoz osatu ahal izateko.
d) Efektu deterministak efektu estokastiko bihurtzea, eta horrela ehun-erreakzioen larritasun klinikoa murriztea.

52. Nolabaiteko dosia duen prozedura erradiologiko baten aurretik, zer metodo estandar gomendatzen du ICRP 84k adin ugalkorreko pazienteengan haurdunaldi posiblea identifikatzeko?

a) Gernu bidezko haurdunaldi-testa nahitaez egitea emakumezko paziente guztiei.
b) Zuzeneko anamnesia eta gelan informazio-kartelak.
c) Aurretiazko ekografia-azterketa.
d) Odoleko β-hCG proba.

53. Erradioterapia frakzionatuan, zein da erradiobiologiaren 5R-etako bat zuzen deskribatzen duen baieztapena?

a) Konponketa ("Reparación") zelula hipoxikoek frakzioen artean oxigenazio handiagoa lortzean datza.
b) Birbanaketa ("Redistribución") zelula ugaltzaileak zelula-zikloaren hainbat fasetatik igarotzean datza, eta zelulen heriotza handitu daiteke frakzionamenduarekin.
c) Berroxigenazioa ("Reoxigenación") erradiazioak eragindako kalte subletalaren berreskurapenean datza.
d) Birpopulaketa ("Repoblación") tratamendu frakzionatuan zehar zelula tumoralak ugaltzeari uzten diotela da.



54. Erradiobiologian, zelulen erradiosentikortasuna zelula-zikloan zehar aldatzen da: zelulak G_2/M fasean sentikorragoak izan ohi dira; eta, S fase berantiarrean, erresistenteagoak. Zein da S fase berantiarraren erradioerresistentzia handiagoa azaltzen duen mekanismo nagusietako bat?

a) S berantiarrean dauden zelulek zelula barneko hipoxia dute eta ez dute oxigenorik hartzen.
b) Kromatida ahizpen presentziak birkonbinazio homologo bidezko konponketa errazten du.
c) Mintz nuklearra loditu egiten da, eta erradiazioa fisikoki indargetzen du.
d) Ugalketa erabat gelditzen da S fase berantiarrean.

55. Tratamendu baten ebaluazio erradiobiologikoan, erantzun akutuko ehun bat, hala nola mukosa, eta erantzun berantiarreko ehun bat, hala nola bizkarrezurreko muina, kontuan hartzen dira. Oro har, erantzun berantiarreko ehunek α/β balio baxuagoak aurkezten dituzte. Zer ondorio du horrek eredu lineal/koadratikoan?

a) Erantzun berantiarreko ehunak sentikorragoak dira frakzio bakoitzeko dosiaren handitzearekiko.
b) Erantzun berantiarreko ehunak frakzionamenduarekiko independenteak dira.
c) Erantzun akutuko ehunek kalteak dituzte soilik atari-dosi oso altu bat gaindituz gero.
d) Erantzun akutuko ehunek beti dute berantiarrek baino erradiosentikortasun txikiagoa.

56. Q kalitateko X erradiazio baten EBR (eragin biologiko erlatiboa) zatidura honela definitzen da:

a) D_X/D_{ref} eragin biologiko berdinerako.
b) D_{ref}/D_X eragin biologiko berdinerako.
c) D_X/D_{ref} uretan xurgatutako dosi berdinerako.
d) D_{ref}/D_X partikula-fluentzia berdinerako.

57. Aukeratu erantzun zuzena:

a) Birkonbinazio ez-homologoak ez du mutaziorik eragiten.
b) Birkonbinazio homologoa zelula-zikloaren G1 fasean dago erabilgarri.
c) Birkonbinazio ez-homologoak ez dio zelulari bere ziklo ugaltzailearekin jarraitzen uzten.
d) Birkonbinazio homologoa errorerik gabea da edo errorerik gabea izateko probabilitate handia du.

58. Erradioterapian erradiazioaren ondorengo konponketaren efektua:

a) Garrantzitsuagoa da tumorean.
b) Garrantzitsuagoa da erantzun berantiarreko ehun osasuntsuetan.
c) Garrantzitsuagoa da erantzun goiztiarreko ehun osasuntsuetan.
d) Ez da efektu garrantzitsua.



59. Honako giza minbizi hauetatik zeinetan zenbatesten da erradioterapiarekiko erantzunean eredu lineal/koadratikoaren α/β parametroaren balioa 1 eta 2 Gy artekoa dela?

a) Bularreko minbizian.
b) Laringeko minbizian.
c) Prostatako minbizian.
d) Zerbixeko minbizian.

60. Adierazi, erradiazioaren ondorengo efektuetatik, zein den efektu goiztiarra:

a) Pneumonitisa.
b) Mielopatia.
c) Eritema.
d) Telangiektasia.

61. START trial saiakuntzaren eta ondorengo meta-analisien emaitzen arabera, bularreko tumorerako (kartzinoma duktal infiltratzailea) zenbatetsitako α/β balioa gutxi gorabehera honakoa da:

a) 1 Gy.
b) 4 Gy.
c) 10 Gy.
d) 20 Gy.

62. Kanpoko esposizio istripuzko baten ondorengo biodosimetria erretrospektiboan, zer forma izan ohi du dizentrikoen entseguaren dosi/erantzun kurbak LET baxuko erradiaziorako?

a) Lineal hutsa dosi-tarte osoan.
b) Esponentziala, erradiazio-kalitatearekiko independentea.
c) Konstantea 1 Gy-etik gora.
d) Lineal/koadratikoa, erabilera-tarte mugatuarekin.

63. Ikuspuntu erradiobiologikotik, EBR (eraginkortasun biologiko erlatiboa edo RBE) eta OER (*oxygen enhancement ratio* edo oxigenoaren bidezko hobekuntza-arrazoia) bi parametro garrantzitsu dira. Honako erradiazioen artean, zeinek aurkezten ditu, tipikoki, EBR baxuena eta OER altuena?

a) Fotoiak.
b) Ioi arinak (helioa, karbonoa).
c) Ioi astunak (silizioa, argona).
d) Neutroiak.

64. H erradikal bat uretan 1 ns-ko denbora-tartean difunditzen den batez besteko distantzia hau da:

a) $6{,}9\ \mu$m.



b) 6,9 nm.
c) 6,9 pm.
d) 6,9 fm.

65. ICRP84 argitalpenaren arabera (*Pregnancy and Medical Radiation*), paziente haurdunetan erradioterapia-tratamenduei dagokienez, onkologia erradioterapikoko espezialista gehienek tratamendua amaitu ondoren haurdunaldia 1 eta 2 urte bitartean atzeratzea gomendatzen dute:

a) Erradiazioaren arrisku potentzialengatik.
b) Gonadetan metatutako mutazio kopuru handiagatik.
c) Terapia gehiago beharko lukeen tumore-errezidibaren arriskuagatik.
d) Erradiazioak gonadetan eragindako "bystander" efektuagatik.

66. ICRPren 84. argitalpenean (*Pregnancy and Medical Radiation*), 100 mGy-ko dosi fetal bat badago, modu kontserbadorean onartzen da fetuaren minbizia izateko arriskua hau dela:

a) % 0,6.
b) 1/17000.
c) 1/1000.
d) % 1,5.

67. Adierazi erantzun OKERRA elektroien azeleragailu lineal baten osagaiei buruz:

a) Uhin-gidak freoiz edo sufre hexafluoruroz (SF6) betetzen dira mikrouhinen eroapen-ahalmena handitzeko.
b) Ziri fisikoek sorta gogortzea eragiten dute, energia txikiko fotoien xurgapen handiagoa eragiten dutelako.
c) AFC-ak (maiztasunaren kontrol automatikoa) magnetroia edo klystrona azeleragailu-gidaren barrunbeen erresonantzia-maiztasunera doituta mantentzen du.
d) Magnetroia potentzia txikiko osziladore batek sortutako irrati-maiztasunen potentzia-anplifikadore bat da.

68. Zein mekanismo fisikok eragiten du X-izpien hodi baten anodoa zahartzen denean iragazketa handitzea?

a) Anodoa gehiago berotzen da erabilerarekin.
b) Anodoko tungstenoaren lurrunketa.
c) Kerma denborarekin handitzen da.
d) Katodoaren korrontea handitzen da.



69. Energia handiko azeleragailu lineal mediko batzuetan, elektroiak azeleratzeko behar den irrati-maiztasuneko potentzia klystron baten bidez sortzen da. Magnetroiarekin alderatuta, klystrona gantry-tik kanpo instalatu ohi da, armairuan edo modulator stand-ean, eta mikrouhinen potentzia uhin-gida baten bidez eramaten da gida azeleratzaileraino. Zein da horren arrazoi nagusia?

a) Klystronak tentsio oso baxuekin funtzionatzen duelako, eta gida azeleratzailetik urrun egon behar duelako.
b) Klystrona handia eta astuna delako, eta elikadura/hozte osagarriak behar dituelako, eta, beraz, ez delako praktikoa gantry-an muntatzea.
c) Klystronak eremu magnetiko bizia sortzen duelako, eta horrek sorta terapeutikoa zuzenean desbideratuko lukeelako.
d) Klystronak posizio bertikalean soilik funtziona dezakeelako, eta gantry-ak orientazioa aldatzen duelako biratzean.

70. 6 MV-ko energia bakarra duen azeleragailu batean, hesi primariotzat hartzen den hormetako batek bulego batekin egiten du muga (langilearen okupazio-indizea T=0,25), eta bertan babes-helburua 0,02 mSv/aste da. Azeleragailu horretan 40 paziente tratatzen dira egunero, asteko 5 egunetan. Iturritik kalkulu-punturainoko distantzia 7 m-koa da. Zenbat hamarren-balioko geruza behar dira hesi primarioan, eguneko tratamenduko batez besteko dosia 4 Gy/paziente dela kontuan hartuta?

a) 4,95.
b) 5,31.
c) 5,92.
d) 4,15.

71. Adierazi erantzun OKERRA Co-60 iturriaren propietate fisikoei buruz:

a) Semidesintegrazio-periodo nahiko altua: 12,2 urte.
b) Gamma izpien energia: 1,17 eta 1,33 MeV.
c) Jarduera espezifiko altua, gutxi gorabehera 9,3 TBq/g.
d) Erreaktore batean ekoizten da, Kobalto-59 neutroiekin bonbardatuz.

72. Adierazi erantzun OKERRA tungstenoari/wolframioari buruz:

a) Zenbaki atomiko handia du.
b) Eroankortasun termiko handia du.
c) Fusio-puntu baxua du.
d) Erresistentzia mekaniko handiagoa du renioarekin aleazioan.

73. Erregistro erradiografikoko sistema digital batek ohiko sistema baten aldean dituen abantailei dagokienez, adierazi zein den erantzun OKERRA:

a) Sistemaren latitude txikiagoa.
b) Irudia posprozesatzeko aukera.
c) Kontraste-bereizmen handiagoa.
d) Informazioaren biltegiratze merkeagoa eta seguruagoa.



74. RX ekipo mediko baten buruaren ihes-erradiazioaren arauzko muga, fokutik 1 m-**ra hodia gehienezko funtzionamendu-baldintzetan dagoela neurtuta, honakoa da:**

a) 0,1 mGy/h.
b) 1 mGy/h.
c) 10 mGy/h.
d) 100 mGy/h.

75. Desintegrazio nuklear batean igortzen diren partikulen energia maximoa honen funtzio da:

a) Masa-defektuarena.
b) Neutroi-harrapaketaren sekzio eraginkorrarena.
c) Partikulen espin-orientazioarena.
d) Desintegrazio-konstantearena.

76. Tungsteno-anodoko X izpien hodi batean, erradiologia orokorraren ohiko baldintzetan funtzionatzen duenean (kVp $\approx 80-120$, mA $\approx 100-500$**), elektroiek anodoaren aurka talka egitean ematen duten energia zinetikoaren zatirik handiena forma espezifiko bihurtzen da. Adierazi zein den baieztapen zuzena prozesu horri eta sortzen den sortaren ezaugarriei buruz.**

a) Elektroien energia zinetikoaren % 99 gutxi gorabehera bremsstrahlung X izpi bihurtzen da; ≈ % 1 soilik sakabanatzen da bero gisa — horregatik diagnostikoko hodiek hozte arina bakarrik behar dute.
b) Igorritako X-izpien espektroa bi osagairen gainjartzea da: alde batetik, bremsstrahlung jarraitu bat ($E_{\max} = e \cdot$ kVp energia maximokoa), eta bestetik, molibdenoaren lerro karakteristikoak ($K_\alpha \approx 17{,}5$ keV, $K_\beta \approx 19{,}6$ keV), zeinak tungsteno-anodoak igortzen baititu, elektroiek xede-atomoaren barneko geruzetako elektroiak kanporatzen dituztenean.
c) Fokutik 1 m-ra airean dagoen kerma linealki eskalatzen da kVp-rekin eta linealki mA-rekin, eta sortaren kontrastea (ehunak bereizteko gaitasuna) kVp-tik independentea da, eta iragazketaren menpe dago bakarrik.
d) Energia zinetikoaren % 99 gutxi gorabehera bero gisa sakabanatzen da anodoan, eta ≈ % 1 bakarrik igortzen da X izpi gisa; horregatik diagnostikoko hodiek anodo birakariak eta olio/ur bidezko hoztea dituzte, eta anodoaren gaitasun termikoa unitate termikotan zehazten da (HU edo kJ).

77. Putzu-kontagailu bateko $R = N/t$ kontaketa-tasaren estatistikari eta sistemaren τ denbora hilaren eraginari buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena.

a) $\sigma_R = R \cdot \sqrt{t}$ (R-ren ziurgabetasun absolutua neurketa-denboraren erroarekin handitzen da).
b) $\sigma_R = \sqrt{R/t}$ (R-ren ziurgabetasun absolutua neurketa-denborarekin $1/\sqrt{t}$ bezala murrizten da).
c) τ denbora hilak ez dio estatistikari eragiten, detektagailuaren ε eraginkortasuna soilik aldatzen duelako, eta ε ez delako Poisson-en bariantzan sartzen.



d) Detektagailu paralizagarri batean (Geiger motakoa), R_{obs} behatutako tasa beti da R_{true} benetako tasa baino handiagoa, eta horrek automatikoki murrizten du ziurgabetasun erlatiboa.

78. Adierazi erantzun OKERRA erradioterapian erabiltzen den simulagailu birtual baten ezaugarriei buruz:

a) Ohatila zurruna eta kurbatua pazientearentzat.
b) Irekiera handia.
c) Laser-sistema pazientearen erreferentzietarako.
d) Simulazio birtualeko programak.

79. Megatentsioko sortekin egindako egiaztapen portalean erabiltzen diren silizio amorfozko (aSi) EPID modernoetan, normalean, build-up metalezko xafla bat eta MV erradiazioaren zati bat argi ikusgai bihurtzen duen pantaila dirdirategile bat barne hartzen ditu detektagailuak; argi hori, ondoren, fotodiodo-matrizeak detektatzen du. Zein da panel hauetan ohikoena den material dirdirategilea?

a) NaI:Tl.
b) $Gd_2O_2S:Tb$.
c) LiF:Mg,Ti.
d) BaFBr:Eu.

80. Ospitale batean, informazio-sistemaren eta eremu asistentzialaren arteko zein lotura da zuzena?

a) RIS/PACS: kanpoko erradioterapiaren berezko sistema, tratamendu-eremuak, unitate monitoreak eta azeleragailu linealaren egiaztapenak erregistratzeko.
b) OIS: erradiodiagnostikoaren berezko sistema, eskaera erradiologikoak, txostenak eta diagnosi-irudiak kudeatzeko.
c) RIS/PACS: erradiodiagnostikoari lotutako sistema, lan-fluxu erradiologikoa eta irudien artxiboa/komunikazioa kudeatzeko; OIS: onkologia erradioterapikoari lotutako sistema, tratamenduaren kudeaketa, erregistroa eta egiaztapena egiteko.
d) PACS: plangintza dosimetrikoko sistema, dosi-banaketak kalkulatzen dituena; eta kanpoko erradioterapian TPS ordezkatzen duena.

81. Azeleragailu kliniko baten commissioning-ean erabiltzen diren fotoi-sorten 2D eta 3D sistema analizatzaileei buruz, adierazi zein den baieztapen zuzen bakarra.

a) 6 MV-ko fotoi-sorta baten commissioning-ean zehar zeharkako profilak eta PDDak neurtzeko, erreferentziazko ekipamendua ur-kuba motordun bat da, detektagailu mugikor egoki bat eta erreferentziazko detektagailu finko bat dituena seinalea normalizatzeko eta eskuratze-aldian zehar irteera-aldakuntzak zuzentzeko.
b) Ionizazio-ganberen 2D matrize batek ur-kuba batean mugiarazitako ganbera puntual batena baino espazio-bereizmen handiagoa du, eta horregatik da 6 MV-ko fotoi-sorta baten penunbra fina bereizteko aukerako detektagailua.
c) Elektroi-sorten PDDa neurtzean, ganbera zilindrikoa orokorrean ganbera plano/paraleloa baino nahiago da, sakonerarekiko mendekotasun txikiagoa eskaintzen duelako.



d) Silizio-diodozko detektagailuak ur-kuban erabiltzen dira fotoien PDDa neurtzeko, beren erantzuna hertsiki uretan xurgatutako dosiarekiko proportzionala delako, energia baxuko fotoiekiko gehiegizko erantzunik gabe.

82. Azeleragailu kliniko modernoen xafla-anitzeko kolimagailuen (MLC) ezaugarri fisiko eta dosimetrikoei eta sortaren konformazio dinamikorako dituzten inplikazioei buruz, adierazi zein den baieztapen zuzen bakarra.

a) Xafla arteko transmisioa (alboko xaflen artekoa) eta xafla barneko transmisioa (xafla itxi baten gorputzean zeharrekoa) magnitude konparagarrikoak dira, eta MLC moderno batean tipikoki sorta irekiaren dosiaren ~ % 1,5 eta ~ % 3 artekoa batzen dute.
b) MLC baten xaflak guztiz opakuak dira 6 MV-ko sorta batentzat itxita daudenean, hortaz transmititutako dosia zehazki zero da, eta ez da kontuan hartu behar monitore-unitateen kalkuluan.
c) Xaflen mutur biribilduak sortzen duen penunbra fisikoa (*rounded leaf-end design*, *Varian Millennium* MLCetan tipikoa) xaflak eremu barruan duen posizioarekiko independentea da, diseinu geometrikoa dibergentzia mantentzeko optimizatuta baitago.
d) Azeleragailu kliniko moderno batean, MLCak guztiz ordezten ditu bigarren mailako kolimagailuak (X eta Y matrailak), hartara matrailak eremutik atzera daitezke IMRT estatikoko tratamendu bat ematean.

83. Elektroien azeleragailu lineal konbentzional bateko irudi portaleko gailu elektroniko batekin (EPID), pazientea bere ardatz kranio-kaudala Y_f ardatzarekin lerrokatuta dagoela (UNE-EN 61217 arauaren arabera), EZ da posible:

a) Pazientearen biraketa-ardatz kranio-kaudalaren inguruko errotazioak zehaztea (alabeoa, edo ingelesez "roll").
b) Espazioko 3 norabideetako desplazamenduak zehaztea.
c) Pazientearen aurretik atzerako biraketa-ardatzaren inguruko errotazioak zehaztea (*guiñada*, edo ingelesez "yaw").
d) Pazientearen zeharkako biraketa-ardatzaren inguruko errotazioak zehaztea (kabezeoa, edo ingelesez "pitch").

84. DICOM-RT eta erradioterapiako plangintzaren testuinguruan, zeri egin ohi dio erreferentzia "egituren fusioak"?

a) Hainbat pazienteren irudien integrazioari, erreferentziazko multzo anatomiko bat sortzeko.
b) Modalitate desberdinetako irudiak egitura motako DICOM objektu bakar bihurtzeari.
c) Hainbat irudi-azterketatan definitutako kontornoak edo bolumenak koordenatu-sistema berean integratzeari.
d) Tratamenduaren hainbat frakzio edo ikastarori dagozkien dosi-banaketen baturari.



85. Erabilera klinikoko azeleragailu lineal batek sortutako fotoi-sorta baten uretan dagoen dosi xurgatuaren banaketako pilaketa-lodiera (*buildup* eskualdea) (6 MV eta 20 MV artean):

a) Txikiagoa da sortaren kalitate-indizea handiagoa denean.
b) Handitu egiten da gainazaleko eremu-tamainarekin, $5\,\text{cm} \times 5\,\text{cm}$ baino dimentsio handiagoko eremuetatik aurrera.
c) Ionizazio-ganberaren puntu eraginkorraren araberakoa da.
d) Aurreko guztiak okerrak dira.

86. r_{cil} erradioko ionizazio-ganbera zilindriko bat erabiliz gero fotoi-sorta baten sakonerako dosi-kurbak neurtzeko:

a) Ez da inolako zuzenketarik behar, neurketak erlatiboak direlako.
b) Ganberaren puntu eraginkorra kontuan hartu behar da, sakonerako ionizazio-banaketa osoa gainazalerantz lekualdatuz $0{,}6 \cdot r_{\text{cil}}$ adinako distantzia batean.
c) Ganberaren puntu eraginkorra kontuan hartu behar da, sakonerako ionizazio-banaketa osoa gainazalerantz lekualdatuz $0{,}5 \cdot r_{\text{cil}}$ adinako distantzia batean.
d) Ganberaren puntu eraginkorra kontuan hartu behar da, ionizazio-banaketa osoa lekualdatuz sakonera $0{,}5 \cdot r_{\text{cil}}$ balioan handituz.

87. Medio homogeneo batean fotoi-sorta baten talka-kerma (K_{col}) eta dosi xurgatuaren (D) arteko erlazioari buruz, adierazi zein den baieztapen zuzen bakarra.

a) Partikula kargatuen oreka-baldintzetan, D eta K_{col} bat datoz soilik fotoi-fluentzia sakonerarekin indargetu ezean.
b) Partikula kargatuen oreka-baldintzetan, eta galera erradiatibo esanguratsuak baztertuta, dosi xurgatua talka-kermarekin bat dator: $D = K_{\text{col}}$.
c) Megatentsioko sorta baten build-up eskualdean, $D = K_{\text{col}}$, bigarren mailako elektroiek beren energia guztia sortzen diren puntuan biltegiratzen dutelako.
d) Partikula kargatuen oreka-baldintzetan, K_{col} beti da D baino txikiagoa, energiaren zati bat bigarren mailako elektroiek bolumenetik kanpora garraiatzen dutelako.

88. Azeleragailu lineal bateko ziri dinamiko motorizatu batek:

a) Sorta gogortzen du ziri fisikoak bezala.
b) Sorta biguntzen du (batez besteko energia murrizten du).
c) EZ du sortaren energia espektrala aldatzen, ez baitago indargetzaile material gehigarririk.
d) Energia nominala ziri-faktore finko batez biderkatzen du.

89. Berdintze-iragazkirik gabeko fotoi-sortak, berdintze-iragazkia duten fotoi-sortekin alderatuta, honako ezaugarri hauek dituzte; adierazi aukera OKERRA:

a) Dosi-profilen formaren aldakuntza sakonerarekin handiagoa da.
b) Gainazaleko dosi handiagoa.
c) Dosi maximoaren sakonera txikiagoa.
d) Fotoien batez besteko energia txikiagoa.



90. Fotoi-sorten dosimetrian, TMR$(z, 0)$ terminoa, eremu-tamaina nulura estrapolatuz lortua, fisikoki honela interpretatzen da:

a) Fantoman sortutako osagai sakabanatua.
b) Sortaren osagai primarioa sakoneran.
c) Sortaren energia eraginkorra z sakoneran.
d) Kolimagailu primarioaren transmisio erlatiboa.

91. Zer aluminio-lodiera lateral r_{LEE} (aluminioaren dentsitatea $2{,}7\,\mathrm{g/cm^3}$) behar da alboko oreka elektronikoa izateko $\mathrm{TPR}_{20,10} = 0{,}765$ duen $15\,\mathrm{MV}$-eko fotoi-sorta batean?

a) $0{,}55\,\mathrm{cm}$.
b) $0{,}70\,\mathrm{cm}$.
c) $0{,}95\,\mathrm{cm}$.
d) $1{,}1\,\mathrm{cm}$.

92. Azeleragailu lineal baten fotoi-sorta baten karakterizazio dosimetrikoan, sakoneraren araberako dosi ehunekoa (PDD, *percentage depth dose*) neurtzen da ur-fantoma batean, $10 \times 10\,\mathrm{cm^2}$ erreferentzia-eremu baterako eta SSD = $100\,\mathrm{cm}$ izanik. Energiak, eremu-tamainak, SSDak eta sakonerak PDDan zer eragin duten kontuan hartuz, adierazi zein den baieztapen zuzen bakarra:

a) Sakonera eta eremu-tamaina jakin baterako, PDDa handitu egiten da sortaren energia handitzean, handitu egiten da eremu-tamaina handitzean (sakabanatutako erradiazio gehiago metatzen delako) eta handitu egiten da SSDa handitzean (distantziaren karratuaren alderantzizko efektua nabarmenagoa ez delako sakoneran).
b) PDD eremu-tamainaren eta SSDarekiko independentea da, sortaren espektroaren berezko propietatea baita; sakoneraren eta ingurunearen indargetze-koefiziente linealaren araberakoa da soilik.
c) Sakonera eta eremu-tamaina jakin baterako, PDDa murriztu egiten da sortaren energia handitzean, fotoi energetikoagoak sarkorragoak direlako, eta, beraz, dosi gutxiago metatzen dutelako gainazalean.
d) PDDa murriztu egiten da eremu-tamaina handitzean edozein energiatan, eremu handiagoak dosia alboetara sakabanatzen duelako ardatz zentraletik kanpora.

93. Fotoi-sorta bakarreko tratamendu bat planifikatzean, pazientearen gorputzean lortzen den dosi-banaketa ez dator bat ur-fantoma lau batean neurtutakoarekin Desberdintasun hori hiru zuzenketa fisiko nagusiren ondorio da: kanpoko ingeradaren zuzenketa (gainazalaren kurbadura), ehunen inhomogeneotasunen zuzenketa (birika, hezurra, airea) eta sorta aldatzen duten gailuen zuzenketa (ziriak, blokeak, MLC). Zuzenketa horiei buruz, adierazi zein den baieztapen zuzen bakarra:

a) Kanpoko ingeradaren zuzenketa (zeiharkatzea edo ehun-falta) TAR/TMR ratio, *isodose-shift* edo *effective SSD* bezalako metodoen bidez hurbil daiteke, eta birika-inhomogeneotasunaren zuzenketak biriken atzeko sakoneretan dosia handitzen du uretan kalkulatutakoarekiko, dentsitate baxuko ehuna zeharkatzean sortaren indargetzea txikiagoa delako.



b) 6 MV-ko sorta batek 8 cm-ko lodierako birika-eskualde bat zeharkatzen duenean (dentsitate erlatiboa $\rho \approx 0{,}25$ g/cm^3), inhomogeneotasun-zuzenketak atzeko sakoneretan dosia gutxi gorabehera $\%15-20$ murrizten du, birikak xurgatzaile eraginkor gisa jokatzen baitu.
c) Kanpoko ingeradaren zuzenketa baztergarria da megatentsioko sortetan (>1 MV), energia horietan sakabanaketa nagusiki aurrerantz gertatzen baita, eta gainazalaren zeiharkatzeak ez baitu nabarmen eragiten PDD eraginkorrean.
d) 6 MV-ko sortetan, hezur kortikalaren atzeko dosia ($\rho \approx 1{,}85$ g/cm^3) handitu egiten da uretan egindako kalkuluarekiko, hezurrean sortutako bigarren mailako fotoiek (Compton) inguruko ehun bigunetan energia gehigarria pilatzen baitute hezurraren beraren bolumenaren parekoa den bolumen batean.

94. Fotoi-sorta batean ehun/fantoma erlazioari (TPR) eta ehun/maximo erlazioari (TMR) buruz, iturri/isozentro distantzia (SAD) konstantea duen geometria isozentrikoan definituta, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) SSD konstantearekin definitzen dira, PDDarekin bezala.
b) Iturri/neurketa-puntu distantzia finkoa mantentzen dute.
c) PDDaren mendekotasun geometriko bera dute.
d) Elektroi-sortetan soilik erabiltzen dira.

95. 6 MV-ko fotoi-sorta batek, ardatz zentralean, 3 cm ehun bigun zeharkatzen ditu, urarekiko dentsitate erlatiboa 1,0 duena, eta, ondoren, 8 cm birika zeharkatzen ditu, urarekiko dentsitate erlatiboa 0,25 duena, 11 cm-ko sakonera geometrikoan dagoen puntu batera iritsi aurretik. Ibilbide-luzera baliokidearen araberako zuzenketa aplikatuz —sakonera erradiologiko baliokidea edo uretako sakonera baliokidea ere deitua—, zer uretako sakonera eraginkor erabili behar da PDDa (sakoneraren araberako dosi ehunekoa) kontsultatzeko?

a) 11 cm (ez da zuzenketarik aplikatzen, sakonera geometrikoa erabiltzen da).
b) $\approx$ 5,0 cm.
c) $\approx$ 8,0 cm.
d) $\approx$ 14,0 cm.

96. Eremu-konfigurazio bera iturri/gainazal distantzia berri batera kalkulatzen denean PDDa (sakoneraren araberako dosi ehunekoa) nola aldatzen den gutxi gorabehera zenbatesteko, Mayneord faktorea erabil daiteke. Adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) Mayneord faktorea unitatea baino txikiagoa da SSD berria erreferentziakoa baino handiagoa denean, eta unitatea baino handiagoa SSD berria txikiagoa denean.
b) Eremu handietan eta energia txikiagoko sortetan, zenbatespen doituagoa lor daiteke $(1+F)/2$ faktore aldatua erabiliz, non F Mayneord faktorea baita.
c) Metodoak kontuan hartzen ditu bai alderantzizko karratuaren legeak eragindako aldakuntza geometrikoa, bai SSD aldatzean sortzen diren sakabanaketa-aldaketak.
d) SSD handitzean, Mayneord faktoreak PDDaren benetako gehikuntza gutxiesteko joera du.



97. Azeleragailu lineal bateko fotoiekin egindako tratamendu batean, dosi-banaketa eremu barruan inklinatu behar da pazientearen homogeneotasun geometriko falta konpentsatzeko. Buruan ziri fisiko bat jarri ordez, ziri dinamiko bat hautatu da. Zein da ziri-efektua sortzen duen oinarrizko printzipioa?

a) Fluentzia irradiazioan zehar modulatzen da kolimagailuaren matraila baten mugimendu kontrolatuaren bidez.
b) Lodiera aldakorreko iragazki metaliko bat automatikoki sartzen da iturriaren eta pazientearen artean.
c) Sortaren energia nominala irradiazioan zehar aldatzen da sakonerako sarkortasuna aldatzeko.
d) Tratamendu-mahaia desplazatzen da iturri/gainazal distantzia pixkanaka aldatzeko.

98. $5\ \text{cm} \times 20\ \text{cm}$**-ko eremu laukizuzen baterako, Sterlingen arabera baliokidea den karratuaren aldea gutxi gorabehera hau da:**

a) 8 cm.
b) 10 cm.
c) 12,5 cm.
d) 25 cm.

99. Xede-bolumenean dosi-banaketa uniformea lortzeko, ziridun bi sorta angelutuko teknika klasikoa (*hinge-and-wedge* edo ziri-parea) erabiliz tratamendua planifikatu da. Bi sortak elkarren artean $\phi = 90^\circ$ balioko banda-angelua (*hinge angle*) osatuz gurutzatuz gero, adierazi zein den sorta bakoitzerako hautatu behar den ziri-angelu nominala (*wedge angle*) θ, fotoi-sorten konbinazio-erlazio geometriko klasikoaren arabera.

a) $\theta = 30^\circ$ (Khan-en arau praktikoak ezartzen duelako ziri-angelua beti banda-angeluaren herena dela, $\theta = \phi/3$).
b) $\theta = 60^\circ$ (ziri-angeluak sortaren eta bolumenaren erdikariaren arteko angeluarekin bat egin behar duelako, hau da, $90^\circ/2 + 15^\circ$).
c) $\theta = 90^\circ$ (dosi-uniformetasuna lortzeko bi isodosiek 180° batu behar dutelako, beraz ziri bakoitzak isodosia 90° okertu behar du).
d) $\theta = 45^\circ$ ($\theta = 90^\circ - \phi/2$ arau geometriko klasikoa, pisu bereko eta isozentrikoak diren sortez osatutako ziri-pareetarako baliagarria, lodiera moderatuko bolumenen gainean).

100. Uretatik beste ingurune batera masa-lodiera bera (g/cm^2) mantentzeko, alboko oreka elektronikoaren erradioa, r_{LEE}, cm-tan adierazita, honela eskalatzen da (ρ urarekiko dentsitate erlatiboa da):

a) $r_{\text{LEE,medio}} = r_{\text{LEE,agua}} \cdot \rho_{\text{medio}}$
b) $r_{\text{LEE,medio}} = r_{\text{LEE,agua}} / \rho_{\text{medio}}$
c) $r_{\text{LEE,medio}} = r_{\text{LEE,agua}}$ ingurunea edozein dela ere
d) $r_{\text{LEE,medio}} = r_{\text{LEE,agua}} \cdot \rho_{\text{medio}}^{1/2}$



101. Adierazi zein den baieztapen zuzena Monte Carlo metodoari buruz, erradioterapian dosi xurgatuaren banaketak kalkulatzeko aplikatuta.

a) Fotoi-sortei soilik aplikatzen zaie; elektroien algoritmoek metodo analitiko desberdinak behar dituzte.
b) Kalkuluaren zehaztasun estatistikoa $1/\sqrt{N}$ bezala eskalatzen da, non N simulatutako historien kopurua den.
c) Ziurgabetasun estatistikoa 2 faktore batez murrizteko, nahikoa da historien kopurua bikoiztea.
d) Kalkuluaren zehaztasuna N(r)en mende dago soilik, erabilitako sekzio eraginkorrak kontuan hartu gabe.

102. Kanpoko erradioterapian dosi-banaketa kalkulatzeko Montecarlo teknikak honetan oinarritzen dira:

a) Kernelen konboluzioa lehen mailako fotoien fluentziarekin.
b) Boltzmann-en ekuazioaren ebazpen deterministikoa.
c) Partikula indibidualen ausazko ibilbideen simulazioa.
d) Azeleragailuaren erreferentzia-egoera ezartzean lortutako datuen interpolazioa.

103. Adierazi zein den baieztapen zuzena Batho metodoari dagokionez:

a) Heterogeneotasunean dosia kalkulatzeko metodo bat da, SAR (*scatter-air ratio*) erabiltzean oinarritua.
b) Metodoak beti gutxiesten du dosi xurgatua ura baino dentsitate handiagoko heterogeneotasunekin lan egiten dugunean.
c) Metodoak emaitza onak ematen ditu eremua baino zabalagoa eta ura baino dentsitate txikiagoa duen heterogeneotasun lau baten azpiko puntu baterako.
d) Metodoa izan zen lehena osagai sakabanatuaren heterogeneotasun-zuzenketak kalkulatzen saiatu zena TC ebaki anitz erabiliz.

104. $D_{\text{presc}} = 200\text{cGy}$ **dosi agindua eman nahi da** $6\,\text{MV}$**-ko fotoi-sorta baten ardatz zentralean,** $d = 10\ \text{cm}$**-ko sakoneran dagoen puntu batean. Tratamendua gainazalean definitutako** $10 \times 10\ \text{cm}^2$**-ko eremu-tamainarekin egiten da,** $SSD = 100\ \text{cm}$**-ko iturri/gainazal distantziarekin eta SSD konstanteko teknika finko ez-isozentriko baten bidez. Sorta** $D_{\text{cal}} = 1\text{cGy/UM}$**-ko erreferentzia-errendimenduarekin kalibratuta dago, uretan erreferentzia-eremurako** $d_{\text{max}} = 1{,}5\ \text{cm}$**-ko maximoaren sakoneran neurtuta. Gainera, honako datu dosimetriko hauek daude eskuragarri:** $\text{PDD}\left(10\ \text{cm}, 10 \times 10\ \text{cm}^2, SSD = 100\ \text{cm}\right) = \%\,67{,}0$; $S_{cp}\left(10 \times 10\ \text{cm}^2\right) = 1$**. Kalkulatu agindutako** $200\,\text{cGy}$ **dosia agindu-puntuan emateko beharrezkoak diren monitore-unitateak (**UM**).**

a) $\text{UM} \approx 134\ \text{UM}$.
b) $\text{UM} \approx 200\ \text{UM}$.
c) $\text{UM} \approx 298\ \text{UM}$.
d) $\text{UM} \approx 67\ \text{UM}$.



105. Erradioterapia-plangintzan, gEUD (*generalized equivalent uniform dose*) dosi-banaketa ez-uniforme bat dosi uniforme baliokide batean laburbiltzeko erabiltzen da. $\mathrm{gEUD} = (\sum_i v_i \, D_i^a)^{1/a}$ adierazpenean, a parametroak zehazten du organoa modu paraleloagoan ala seriealagoan jokatzen duen. Nagusiki seriean dagoen arrisku-organo batentzat, hala nola bizkarrezur-muinarentzat, a-ren balioa tipikoki honakoa izango da:

a) Negatibo handia, dosi minimoa nagusi izan dadin.
b) 1-etik hurbilekoa, batez besteko dosia nagusi izan dadin.
c) Positibo handia, dosi altuek pisu handia izan dezaten.
d) Zeroren berdina, gEUD dosi-banaketaren menpekoa izan ez dadin.

106. Van Herk-en formula sinplifikatu baten arabera, Σ desbideratze tipiko sistematiko konbinatua bada, eta σ desbideratze tipiko aleatorio konbinatua, populazioaren $\%\,90$ek CTVan agindutako dosiaren $\%\,95$eko dosi minimoa jaso dezan PTVa lortzeko marjina hau da:

a) $1{,}9\,\Sigma + 0{,}5\,\sigma$.
b) $2\,\Sigma + 0{,}7\,\sigma$.
c) $2{,}5\,\Sigma + 0{,}7\,\sigma$.
d) $2{,}8\,\Sigma + 0{,}5\,\sigma$.

107. $6\,\mathrm{MV}$-ko fotoi-sorta batekin egiten den tratamendu batean, $200\,\mathrm{cGy}$ administratu nahi zaio uretan $10\,\mathrm{cm}$-ko sakoneran dagoen puntu bati. SSD = $100\,\mathrm{cm}$ erabili da, kalibrazio-SSDaren berdina, eta gainazalean definitutako $10 \times 10\,\mathrm{cm}^2$-ko eremu bat. Kalibrazio-dosia $1\,\mathrm{cGy/UM}$ da, $10\,\mathrm{cm}$-ko PDDa $\%\,67$ da, sakabanaketa-faktore totala $S_{c,p} = 1$ da eta $\mathrm{WF} = 0{,}75$eko ziri-faktorea duen ziri fisiko bat tartekatu da. Zenbat monitore-unitate behar dira?

a) $\approx 224\,\mathrm{UM}$.
b) $\approx 298\,\mathrm{UM}$.
c) $\approx 398\,\mathrm{UM}$.
d) $\approx 750\,\mathrm{UM}$.

108. "Benetako banaketa ez-uniformeak sortuko lukeen erantzun biologiko bera sortuko lukeen dosi xurgatu uniformea" gisa definitzen den magnitudeari honako hau deritzo:

a) Dosi isoeraginkorra.
b) Dosi baliokide uniformea (EUD / gEUD).
c) Dosi biologikoki eraginkorra (BED).
d) 2 Gy frakziotako dosi baliokidea (EQD2).

109. Zein da estaltze-indizearen definizioa?

a) Erreferentziako dosi xurgatua bezainbeste kantitate edo gehiago jasotzen duen bolumen osasuntsuaren kopurua.



b) Erreferentziako dosi xurgatua halako $1-1{,}5$ bitarte jasotzen duen xede-bolumenaren frakzioa.
c) Erreferentziako dosi xurgatua halako bi baino gehiago jasotzen duen xede-bolumenaren frakzioa.
d) Erreferentziako dosi xurgatua bezainbeste kantitate edo gehiago jasotzen duen xede-bolumenaren frakzioa.

110. Talka-uhinen bidezko gorputz kanpoko litotrizian (ESWL — *extracorporeal shockwave lithotripsy*) iraupen oso laburreko ($\approx 1\ \mu s$) eta anplitude handiko presio akustikoko pultsuak aplikatzen dira (normalean $+30$ eta $+100\,\mathrm{MPa}$ bitarteko gailur positiboak, ondoren -5 eta $-15\,\mathrm{MPa}$ bitarteko gailur negatiboak) giltzurruneko edo ureterreko kalkuluaren gainean, ehunaren bidez fokalizatuta. Kalkuluaren zatiketa eragiten duten mekanismo fisiko nagusiei eta foku akustikoaren printzipio fisikoei buruz, adierazi ondoko baieztapenetatik zein den zuzen bakarra.

a) Zatiketa kalkuluaren xurgapen akustikoaren ondoriozko bero-igoera lokalari soilik zor zaio: energia akustikoa osorik bero bihurtzen da fokuan; eta kalkuluaren tenperatura deskonposizio-atalasearen gainetik igotzen du.
b) Litotriptore modernoek ispilu akustiko baten bidez fokalizatzen dute uhina, ingurune urtsuko ioiekin elkarrekintza elektromagnetikoz aritzen dena, eta Larmor-en printzipioaren arabera fokalizatzen dute presio-pultsua.
c) Zatiketaren bi mekanismo fisiko nagusiak hauek dira: zuzeneko estres mekanikoa eta kabitazio akustikoa.
d) Litotriptore piezoelektriko modernoek maiztasun ultrasoniko jarraituko pultsuak sortzen dituzte ($\approx 1\,\mathrm{MHz}$, uhin sinusoidala), eta zatiketa kalkuluaren erresonantzia mekanikoari zor zaio maiztasun horretan, kalkuluaren diametrora sintonizatuta $f = c/(2D)$ erlazioaren arabera.

111. Biriketako minbiziaren tratamenduen plangintzari buruz, tumorearen inguruan oso dentsitate baxuko ehuna (birika) egoteagatik, adierazi erantzun zuzena:

a) Ezinbestekoa da partikula kargatuen oreka faltako baldintzetan ondo modelizatzen duten algoritmoak erabiltzea.
b) Kalkulua kalkulu-algoritmo sinple batekin egiten badugu, plangintza-sistemak errealitatean izango genukeena baino PTVren estaldura hobea ematen du.
c) Ez dira IMRT teknikak erabili behar.
d) Kalkulu-algoritmorik onenak Pencil Beam energia-deposizio nukleoetan oinarritutakoak izango lirateke, ingurune heterogeneoetan zehaztasun ona dutelako.

112. Plangintza-sistema gehienen kalkuluetan, hau onartzen da:

a) Ingurune homogeneoa eta mugagabea.
b) Ingurune heterogeneoa eta mugagabea.
c) Ingurune homogeneoa $1000\ \mathrm{cm}^3$-ko fantoma batean.
d) Heterogeneotasunak dituen ingurunea $1000\ \mathrm{cm}^3$-ko fantoma batean.



113. Fotoi-sorten terapiaren preskripzioari, erregistroari eta txostengintzari buruzko ICRU 62 txostenaren arabera, Barneko Xede-Bolumena(k) edo ITVa(k):

a) CTV eta haren barne-marjina hartzen ditu barne.
b) Pazientearen kokapenaren ondoriozko ziurgabetasuna kontuan hartzen du.
c) PTVarekin bat dator.
d) Ez ditu kontuan hartzen pazientearen arnasketaren ondoriozko mugimenduak.

114. Erradiazio-unitateen eta -neurrien nazioarteko batzordearen ICRU62 txostenarekin bat etorriz, adostasun-indizea bi hauen arteko zatidura gisa definitzen da:

a) Tratatutako bolumenaren eta irradiatutako bolumenaren artekoa.
b) Tratatutako bolumenaren eta PTVaren bolumenaren artekoa.
c) Tratatutako bolumenaren eta CTVaren bolumenaren artekoa.
d) % 95eko isodosiaren bolumenaren eta PTVaren bolumenaren artekoa.

115. ICRU62 txostenarekin bat etorriz, organo hauetatik, zein dagokio ehun-antolamendu zuzenari, serie-paraleloko ereduaren arabera?

a) Muina, paralelo-serieko ehun-antolamendua.
b) Birika, serieko ehun-antolamendua.
c) Giltzurruna, paraleloko ehun-antolamendua.
d) Bihotza, serie-paraleloko ehun-antolamendua.

116. ICRU Report 62 *Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy* dokumentuaren arabera, kokatze- edo tratamenduaren prestaketa-marjina (*Set-up Margin*, SM) honako helburu nagusi honekin definitzen da:

a) Tumore-bolumen makroskopikoaren (*Gross Tumor Volume*, GTV) inguruan ikusten ez diren hedapen mikroskopiko subklinikoak konpentsatzea, xede-bolumen klinikoa (*Clinical Target Volume*, CTV) definitzeko.
b) Pazientearen kokatze-ziurgabetasunak eta pazientearen eta tratamendu-sorten arteko lerrokatze-ziurgabetasunak kontuan hartzea.
c) Xede-bolumen klinikoaren (*Clinical Target Volume*, CTV) barneko aldakuntza fisiologikoak zuzentzea, hala nola arnasketa, maskuriaren betetzea edo organoaren forma-aldaketak.
d) Sortaren penunbra geometrikoa plangintzaren xede-bolumenaren (*Planning Target Volume*, PTV) barruan sartzea.

117. ICRU Report 50 txostenaren arabera, plangintzaren xede-bolumenean (*Planning Target Volume*, PTV) dosi xurgatuaren homogeneotasuna ebaluatzean, zein tarte gomendatzen da, agindutako dosiarekiko termino erlatiboetan?

a) Agindutako dosiaren % 95aren eta % 105aren artean.
b) Agindutako dosiaren % 93ren eta % 107ren artean.
c) Agindutako dosiaren % 95aren eta % 107ren artean.
d) Agindutako dosiaren % 97ren eta % 103ren artean.



118. ICRU Report 91 ("Prescribing, Recording, and Reporting of Stereotactic Treatments with Small Photon Beams") txostenaren arabera, nola jakinarazi behar da PTVko maximotik gertu dagoen dosia PTVaren bolumena $2\ cm^3$ baino txikiagoa denean?

a) $D_{\%\,2}$ gisa, bolumen handiagoetan bezala, ICRU 83rekin alderaketa mantentzeko.
b) Dosi maximo puntual gisa, bolumen txikietan adierazgarriagoa baita.
c) $D_{35\,mm^3}$ gisa, bolumen absolutu bat erabiliz.
d) $D_{\%\,50}$ gisa, dosi medianak edozein dosi maximoaren parametro ordezkatzen baitu.

119. ICRU 62 txostenaren arabera, tratatutako bolumena honek inguratutako bolumen gisa definitzen da:

a) Tratamendurako egokitzat hautatutako isodosia.
b) Agindutako dosiaren % 95eko isodosia.
c) Agindutako dosiaren % 100eko isodosia.
d) % 95eko eta % 105eko isodosien arteko tartea.

120. AAPM-ren TG-203 txostenak gailu kardiako inplantatuak (taupada-markagailuak eta desfibriladoreak) dituzten erradioterapiako pazienteen kudeaketari buruz gomendatzen duenaz, adierazi aukera OKERRA:

a) Gailu elektroniko inplantatua 3 segundotik gora irradiatzen duten CT azterketak saihestea, ahal bada.
b) *In vivo* dosimetria egitea lehen frakziorako, gailua tratamendu-eremutik 10 cm baino gutxiagora badago.
c) Dosi-tasa baxuak hobesten dira.
d) Beruna erabiltzea gailua tratamenduan zehar babesteko.

121. Elektroien dosi xurgatua kalkulatzeko Kawachi-ren ekuazioan agertzen den "Fermi-ren adina" aldagaiak honako dimentsio hauek ditu:

a) $(\text{Luzera})^2$.
b) Luzera · Denbora.
c) Luzera.
d) $(\text{Luzera})^{1/2}$.

122. "MMC" (Macro-Monte Carlo) 1995 algoritmoari dagokionez, zein da ondoko baieztapenetatik OKERRA dena?

a) Pazientearen bolumen heterogeneoa aurreprozesatzen da askotariko tamainetako eta askotariko batez besteko dentsitate elektronikoetako esferen pilaketa bihurtzeko.
b) Ideia partikula bakoitzaren historiako urrats kopurua murriztea da.
c) Urrats-tamaina moldagarriko algoritmoa da.
d) Tamaina handieneko esferak ("kugels") interfaseetatik gertu kokatzen dira.



123. Elektroi bidezko azaleko irradiazio totalari dagokionez, hauetatik zein da zuzena?

a) Energia handiko elektroien sortak erabiltzen dira.
b) Fotoi sortaren kutsadura hobekuntza dosimetriko desiragarri bat da.
c) Azazkalak edo begiak ez dira dosia mugatzeko organotzat hartzen.
d) Azeleragailuek aukera eman behar dute ohiko tratamendu batean erabilitakoak baino dosi-tasa handiagoak hautatzeko.

124. Uretan energia handiko elektroi-sorta kliniko baten PDDa aztertzean, ikusten da, dosiaren beherakada azkarraren ondoren, dosi-hondar txiki bat mantentzen dela elektroien irismena baino sakonera handiagoetan. Zein da "isats" distal horren kausa nagusia?

a) Azeleragailuaren buruan eta sortak zeharkatutako materialetan sortutako balaztatze-fotoien kutsadura.
b) Hasierako energia osoa sakonera oso handietaraino mantentzen duten elektroi primarioen presentzia.
c) Tratamendu-mahaitik soilik datorren atzerasakabanaketa.
d) PDD neurtzeko erabilitako ionizazio-ganberako ioi-birkonbinazioa.

125. Elektroi-sorta kliniko batekin egindako tratamendu baten plangintzan, ehunaren baliokidea den materialezko bolus bat jartzen da larruazalaren gainean, uraren dentsitatetik hurbil dagoen dentsitatea duena. Adierazi haren efektu dosimetrikoari buruzko baieztapen zuzena.

a) Bolusak ez du aldatzen ez PDDa ez gainazaleko dosia; kanpoko ingeradaren irregulartasunak konpentsatzen ditu soilik.
b) Bolusak dosi-banaketa gainazalerantz desplazatzen du: pazientearen sakonera terapeutiko eraginkorra murrizten du; eta larruazaleko dosia handitzen du.
c) Elektroien PDDa aldatzeko, bolusak dentsitate handikoa izan behar du, hala nola berunezkoa edo aluminiozkoa.
d) $6-9$ MeV-ko elektroietan, bolusaren lodierak beti R_p irismen praktikoaren berdina izan behar du.

126. Elektroi-sorta klinikoekin egindako tratamenduetan barneko babesen erabilerari buruz, adibidez aho barrukoak, bagina barrukoak edo begi atzekoak, adierazi zein den baieztapen zuzena.

a) Ehun-bolusen baliokideak dira, eta ez dute dosimetria-kontsiderazio berezirik behar.
b) Aluminio hutsezkoak izan behar dute, beruna ez baita baliagarria elektroi-sorten indargetzerako.
c) Dentsitate handiko materiala erabili ohi dute, beruna adibidez, Z txikiko geruza batez estalia, alboko ehunean elektroien atzerasakabanaketa murrizteko.
d) Alboz sakabanatutako erradiazioa soilik xurgatzen dute, eta ez dute aldatzen dosia sortaren ardatzean.



127. 5 MeV**-eko energia nominaleko elektroi-sorta batean erreferentzia-baldintzetan dosi xurgatua zehaztean, zer da inoiz egin behar EZ litzatekeena?**

a) Ionizazio-ganberaren birkonbinazio-faktorea zuzentzea.
b) Ur-fantoma erabiltzea.
c) Kalibratutako ionizazio-ganbera zilindrikoa erabiltzea.
d) Ionizazio-ganberaren puntu eraginkorra kontuan hartzea.

128. **Ionizazio-ganbera ireki batek** M **irakurketa ematen du** $T = 24^{\circ}\mathrm{C}$ **eta** $P = 99{,}0\ \mathrm{kPa}$ **neurketa-baldintzetan. Adierazi zein den baieztapen zuzena presio- eta tenperatura-zuzenketaren** k_{TP} **faktoreari buruz, irakurketa erreferentzia-baldintzetara (**$\mathrm{T}_0 = 20^{\circ}\mathrm{C}$**,** $P_0 = 101{,}325\ \mathrm{kPa}$**) eramateko aplikatu beharrekoa, IAEA TRS-398ren arabera.**

a) $k_{TP} > 1$, ganberaren bolumen aktiboaren barneko aire-masa erreferentzia-baldintzetan baino txikiagoa delako, eta, beraz, irakurketa gordinak dosia gutxiesten du, eta gorantz zuzendu behar da.
b) $k_{TP} = 1$ zehazki, Farmer ganbera modernoak itxiak direlako, eta presioa eta tenperatura automatikoki konpentsatzen dituztelako.
c) $k_{TP} < 1$, tenperatura igotzean bigarren mailako elektroien batez besteko energia zinetikoa handitzen delako, eta, beraz, baita masa-unitateko ionizazioa ere.
d) $k_{TP} > 1$, giro-tenperatura handiagoak ioien mugikortasuna murrizten duelako, eta birkonbinazioa handitzen duelako, eta hori unitatea baino faktore handiago batekin konpentsatu behar delako.

129. **Megatentsiozko sorten kalibrazioan, IAEA TRS-398 eta AAPM TG-51 protokoloen arabera, erreferentziazko baldintza geometrikoak (neurketa-sakonera** z_{ref}**, eremu-tamaina, fantoma eta distantziak) zehaztuta daude neurketaren errepikagarritasuna bermatzeko. Adierazi zein den baieztapen zuzena.**

a) Fotoietan ura, erreferentziazko eremua eta $10\ \mathrm{cm}$ sakonera erabiltzen dira; elektroietan, erreferentziazko sakonera R_{50}-etik zehazten da.
b) Fotoietan, erreferentziazko sakonera beti z_{max} da, dosi maximoaren puntua delako.
c) Elektroietan, erreferentziazko sakonera $R_{50}/2$ da, sortaren energia edozein dela ere.
d) Bi kasuetan, erreferentziazko fantomak ur-baliokidea den material solidoa izan behar du, ez ur likidoa.

130. **IAEA TRS-398 protokoloaren arabera,** R_{50} **bidez elektroi-sorta kliniko baten kalitatea karakterizatzeko, adierazi detektagailuaren eta gutxieneko eremu-tamainaren konbinazio zuzena:**

a) Ganbera plano-paraleloa edo zilindrikoa erabil daiteke $R_{50} \leq 4\ \mathrm{g/cm^2}$ bada; $R_{50} > 4\ \mathrm{g/cm^2}$ bada, soilik ganbera plano-paraleloa erabili behar da. Gutxieneko eremua $10 \times 10\ \mathrm{cm^2}$ izango da $R_{50} > 7\ \mathrm{g/cm^2}$rentzat eta $20 \times 20\ \mathrm{cm^2}$ $R_{50} \leq 7\ \mathrm{g/cm^2}$rentzat.
b) Ganbera plano-paraleloa edo zilindrikoa erabil daiteke $R_{50} \geq 4\ \mathrm{g/cm^2}$ bada; $R_{50} < 4\ \mathrm{g/cm^2}$ bada, ganbera plano-paraleloa erabili behar da. Gutxieneko eremua $10 \times 10\ \mathrm{cm^2}$ izango da $R_{50} \leq 7\ \mathrm{g/cm^2}$rentzat eta $20 \times 20\ \mathrm{cm^2}$ $R_{50} > 7\ \mathrm{g/cm^2}$rentzat.



c) Ganbera plano-paraleloa edo zilindrikoa erabil daiteke $R_{50} \leq 4\,\mathrm{g/cm^2}$ bada; $R_{50} > 4\,\mathrm{g/cm^2}$ bada, ganbera plano-paraleloa erabili behar da. Gutxieneko eremua $10 \times 10\,\mathrm{cm^2}$ izango da $R_{50} \leq 7\,\mathrm{g/cm^2}$rentzat eta $20 \times 20\,\mathrm{cm^2}$ $R_{50} > 7\,\mathrm{g/cm^2}$rentzat.
d) Ganbera plano-paraleloa edo zilindrikoa erabil daiteke $R_{50} \geq 4\,\mathrm{g/cm^2}$ bada; $R_{50} < 4\,\mathrm{g/cm^2}$ bada, ganbera zilindrikoa erabili behar da. Gutxieneko eremua $10 \times 10\,\mathrm{cm^2}$ izango da $R_{50} \leq 7\,\mathrm{g/cm^2}$rentzat eta $20 \times 20\,\mathrm{cm^2}$ $R_{50} > 7\,\mathrm{g/cm^2}$rentzat.

131. Kanpoko sortekin egindako erradioterapian dosi xurgatua zehazteko Europako protokoloaren arabera (IAEAren TRS-398, 1. berrikuspena, 2024), zein da praktika klinikoan erabiltzen diren elektroi-sorten ($6\ MeV$ - $20\ MeV$) kalitate-indizea?

a) Uretan erdi-xurgapeneko sakonera R_{50}.
b) z_{ref} erreferentzia-sakonera, $z_{ref} = 0{,}6\ R_{50} - 0{,}1\,\mathrm{g/cm^2}$ (R_{50} $\mathrm{g/cm^2}$-an) abiapuntu hartuta zehaztua.
c) Sarrerako gainazaleko batez besteko energia, $SSD = 100\,\mathrm{cm}$ eta $20\,\mathrm{cm} \times 20\,\mathrm{cm}$ eremu-tamaina kontuan hartuta.
d) Elektroien batez besteko energia gida azeleragailuaren irteeran.

132. Kanpoko sortekin egindako erradioterapian dosi xurgatua zehazteko Europako protokoloaren arabera (TRS-398, 1. berrikuspena, 2024), zer motatako ionizazio-ganbera da egokia $120\,\mathrm{kV}$-eko X izpien sortetan dosi xurgatua zehazteko, erreferentzia-baldintzetan?

a) $0{,}1\,\mathrm{cm^3}$ eta $1\,\mathrm{cm^3}$ arteko ganbera zilindrikoa.
b) Bolumen txikiko ganbera plano-paraleloa.
c) Edozein bolumeneko ganbera plano-paraleloa, neurri egokiko babes-eraztunarekin.
d) $0{,}05\,\mathrm{cm^3}$ baino bolumen txikiagoko Pinpoint motako ganbera.

133. TRS-398aren arabera (IAEAren 1. berrikuspena, 2024), praktika-kodeak biltzen dituen energia handiko fotoi-sortek $\mathrm{TPR}_{20,10}$en balio hauek aurkezten dituzte, gutxi gorabehera:

a) 0,30 eta 0,64 artean.
b) 0,40 eta 0,80 artean.
c) 0,60 eta 0,80 artean.
d) 0,20 eta 0,64 artean.

134. Elektroi-sorta batek $R_{50,\mathrm{ion}}$ (ionizazioan neurtua) $11\,\mathrm{g/cm^2}$-koa du. TRS 398aren araberako erreferentzia-sakonera honakoa da:

a) $6{,}5\,\mathrm{g/cm^2}$.
b) $6{,}3\,\mathrm{g/cm^2}$.
c) $6{,}9\,\mathrm{g/cm^2}$.
d) $6{,}7\,\mathrm{g/cm^2}$.



135. TRS-398 (IAEAren 1. berrikuspena, 2024) dokumentuan adierazten denez, elektroi-sorten kalibraziorako:

a) Elektroi-sortetan ganbera zilindrikoen erreferentzia-puntua interes-puntua baino $0{,}5\,r$ sakonago kokatu behar da, r aire-barrunbearen erradioa izanik.
b) Elektroi-sortetan ganbera plano-paraleloarentzat erreferentzia-puntua interes-puntua baino $0{,}5\,r$ azalekoago kokatu behar da, r aire-barrunbearen erradioa izanik.
c) Ganbera zilindrikoak erabiltzea gomendatzen da sorta-kalitate guztietarako, eta nahitaezkoak dira $R_{50} < 4g/cm^2$ kalitateetarako (E< 10 MeV).
d) Elektroi-sortetan ganbera zilindrikoen erreferentzia-puntua interes-puntua baino $0{,}5\,r$ azalekoago kokatu behar da, r aire-barrunbearen erradioa izanik.

136. IAEA TRS-398 protokoloaren arabera (IAEAren 1. berrikuspena, 2024), 3 eta 50 MeV arteko energien tartean dauden elektroi-sorta klinikoetan eremu-faktoreak neurtzeko gomendioa hau da:

a) Diodoarekin neurtzea eta inoiz ez ionizazio-ganberarekin.
b) Erreferentzia-sakoneran neurtzea, energia bakoitzari dagokion z_{ref}.
c) Maximoaren sakoneran neurtzea, z_{max}, tratamenduko eremu-tamainetan eta SSD-an.
d) 10 cm sakoneran neurtzea ganbera plano-paraleloarekin eta uretan.

137. *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM) elkartearen TG 61 txostenaren formalismoaren arabera, energia baxuko fotoi-sorten erreferentziazko dosimetriarako erabiltzen den ganbera honela kalibratu behar da:

a) Aireko kerma edo uretako dosi xurgatua.
b) Esposizioa.
c) Uretako dosi xurgatua.
d) Aireko kerma.

138. AAPM TG-61 txostenaren arabera ("AAPM protocol for $40-300$ kV x-ray beam dosimetry in radiotherapy and radiobiology"), energia ertaineko X izpien sortetarako, intereseko puntua sakoneran badago, gomendatutako metodoa hau da:

a) Airean neurtzea eta atzerako sakabanaketa-faktorea soilik aplikatzea.
b) Uretan 2 cm-ko sakoneran neurtzea.
c) Gainazalean neurtzea ganbera plano/paralelo batekin.
d) Fantoma plastiko batean 5 cm-ko sakoneran neurtzea.

139. AAPM TG-61 txostenaren arabera ("AAPM protocol for $40-300$ kV x-ray beam dosimetry in radiotherapy and radiobiology"), kilovoltaiako X izpien sorta baten kalitatearen espezifikazioan, zein magnitude erabili ohi da kalitate-zehaztaile gisa?

a) Erdi-balioko lodiera, HVL.
b) Gainazaleko dosi-tasa.
c) 2 cm-ko dosi xurgatua.
d) Aplikatzaile klinikoaren tamaina.



140. Winston-Lutz testa erradioterapia-azeleragailu baten kalitate-kontroleko proba bat da, eta honako hau egiaztatzeko aukera ematen du:

a) Eremu argitsuaren tamaina.
b) Isozentro erradiatzailea.
c) Xafla-anitzeko kolimagailuaren ihesak.
d) Sortaren energia.

141. Erabilera medikoko azeleragailu linealen kalitate-bermeari buruzko AAPM TG-198 txostenaren arabera, zer tolerantzia gomendatzen da kolimagailuaren, gantry-aren eta mahaiaren ardatz mekanikoek erradiazio-isozentroarekin duten bat-etortzerako?

a) ± 1 mm baino txikiagoa izan behar du tratamendu estereotaxikoetarako erabiltzen diren ekipoetan, eta ± 2 mm baino txikiagoa gainerako ekipoetan.
b) ± 1 mm baino txikiagoa izan behar du azeleragailu guztietan, erabiltzen diren teknika klinikoak edozein direla ere.
c) ± 1 mm baino txikiagoa izan behar du tratamendu estereotaxikoetarako erabiltzen diren ekipoetan, eta ± 3 mm baino txikiagoa gainerako ekipoetan.
d) ± 2 mm baino txikiagoa izan behar du azeleragailu guztietan, IMRT egiten duten zein ez duten egiten.

142. SEFMren *Guía para el control de calidad y seguridad en aceleradores lineales de uso clínico* gidaren arabera, teknika modulatuekin erabiliko den azeleragailu batean, non monitore-unitate gutxiko segmentuak eta administratutako UM-etan aldakuntza handia ager daitezkeen, zer-nolako maiztasun eta tolerantziarekin gomendatzen da monitore-sistemaren proportzionaltasuna egiaztatzea?

a) Maiztasun handiarekin, gehienez % 2ko desbideratzea onartuz, 5 UM-tik aurrera.
b) Maiztasun baxuarekin, gehienez % 1eko desbideratzea onartuz, 5 UM-tik aurrera.
c) Tarteko maiztasunarekin, gehienez % 2ko desbideratzea onartuz tarte kliniko osoan.
d) Maiztasun handiarekin, gehienez % 1eko desbideratzea onartuz tarte kliniko osoan.

143. Maiatzaren 13ko erradioterapiako unitate asistentzialen kalitate- eta segurtasun-irizpideak ezartzen dituen 391/2025 Errege Dekretuaren arabera, pazienteei agindutakoez bestelako dosi xurgatuekin erradiazioak eman zaizkienean eta horrek haien osasunerako arrisku esanguratsua dakarrenean:

a) Erradioterapiako kalitate- eta segurtasun-bermearen batzordeak txosten bat bidaliko die osasun-zentroaren titularrari eta osasun-agintaritza eskudunari.
b) Erradioterapiako kalitate- eta segurtasun-bermearen batzordeak txosten bat bidaliko die osasun-zentroaren titularrari eta Segurtasun Nuklearreko Kontseiluari.
c) Instalazioko gainbegiraleak txosten bat bidaliko die osasun-zentroaren titularrari eta Segurtasun Nuklearreko Kontseiluari.
d) Instalazioko gainbegiraleak txosten bat bidaliko die osasun-agintaritza eskudunari eta Segurtasun Nuklearreko Kontseiluari.



144. 2025eko maiatzaren 13ko erradioterapiako unitate asistentzialen kalitate- eta segurtasun-irizpideak ezartzen dituen 391/2025 Errege Dekretuaren arabera, erradioterapiako unitate asistentziala kokatuta dagoen osasun-zentroaren titularrak digitalki eta formatu irakurgarrian artxibatu beharko ditu pazienteen informazio klinikoari eta dosimetrikoari buruzko txostenak gutxieneko epe batez, hau da:

a) 5 urtez.
b) 10 urtez.
c) 20 urtez.
d) 30 urtez.

145. Maiatzaren 13ko 391/2025 Errege Dekretuaren arabera, erradioterapian plangintza-sistemaren balidazio eta kontrolari buruz:

a) Errege dekretuak tolerantzia numeriko finkoak ezartzen ditu eremu irregular eta asimetrikoetan neurtutako eta kalkulatutako isodosi-kurben arteko konparaziorako.
b) Plangintza-sistema balidazio eta kontrolaren mende egon behar da osasun-unitateak ezarritako prozeduren barruan, kalitatearen eta segurtasunaren bermerako programaren arabera.
c) Neurtutako eta kalkulatutako isodosi-kurben arteko konparazioa sistemaren hasierako abiarazpenean soilik eskatzen da, baina ez geroagoko egiaztatzeetan.
d) Plangintza-sistemaren kontrola softwarearen instalatutako bertsioaren egiaztatze dokumentalera mugatzen da.

146. AAPM TG-142 dokumentuaren arabera (*Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators*), azeleragailu lineal baten kalitate-bermeko programarekin lotuta, zein da baieztapen zuzena?

a) Programaren erantzukizun orokorra azeleragailuaren fabrikatzaileari dagokio.
b) Eguneroko, hileroko eta urteroko probak beti Ospitaleko Erradiofisikako espezialistek soilik egin behar dituzte.
c) QA programa talde-lana da, baina erantzukizun orokorra Ospitaleko Erradiofisikako espezialista kualifikatu bati esleitu behar zaio.
d) Programaren erantzukizuna modu berdinean banatzen da tekniko, dosimetria, mediku eta erradiofisikako langileen artean.

147. SEFM-ren 2024ko *Guía para el control de calidad y seguridad en aceleradores lineales de uso clínico* gidaren arabera, modu estatikoan MLC-aren posizionamenduaren zehaztasunaren tolerantzia orientagarria honako hau da:

a) < 0,5 mm xafla indibidual ororentzat.
b) < 1 mm xafla indibidualentzat.
c) < 1,5 mm xafla indibidualentzat.
d) < 2 mm xafla indibidualentzat.



148. SEFM 2024ko *Guía para el control de calidad y seguridad en aceleradores lineales de uso clínico* gidaren arabera, azeleragailu linealaren tratamendu-mahaiaren eskala linealak eta angeluarrak osorik egiaztatzeko tolerantzia orientagarria honako hau da:

a) 0,5 mm / 0,2°.
b) 1,0 mm / 0,5°.
c) 1,5 mm / 0,5°.
d) 2,0 mm / 1,0°.

149. SEFM 2024ko *Guía para el control de calidad y seguridad de los sistemas de planificación y planes de tratamiento de radioterapia externa* gidaren arabera, eremu konplexuetan edo heterogeneotasunak dituztenetan neurtutako eta kalkulatutako kurben arteko konparaketarako, irizpide eguneratu gisa honako hau gomendatzen da:

a) % 2/2mm gamma 1D analisi globala, % 95eko gainditze-tasarekin eta dosi-atalaserik gabe.
b) % 5/2mm gamma 1D analisi globala, % 95eko gainditze-tasarekin eta dosi-atalaserik gabe.
c) % 3/3mm gamma 1D analisi globala, % 90eko gainditze-tasarekin eta % 10eko atalasearekin.
d) % 5/3mm gamma 1D analisi lokala, % 95eko gainditze-tasarekin eta % 10eko atalasearekin.

150. SEFM 2024ko *Guía para el control de calidad y seguridad de los sistemas de planificación y planes de tratamiento de radioterapia externa* gidaren arabera, fantoma homogeneoan fotoi-sorta sinpleetan neurtutako eta kalkulatutako kurben arteko konparaziorako, hau gomendatzen da:

a) 1D % 2/2mm gamma analisi globala, % 95eko gainditze-tasarekin eta dosi-atalaserik gabe.
b) 1D % 3/3mm gamma analisi globala, % 95eko gainditze-tasarekin eta % 10eko atalasearekin.
c) 1D % 5/2mm gamma analisi globala, % 95eko gainditze-tasarekin eta dosi-atalaserik gabe.
d) 1D % 2/1mm gamma analisi lokala, % 99ko gainditze-tasarekin eta dosi-atalaserik gabe.

151. Kanpoko erradioterapiako TPS batean xafla-anitzeko kolimagailuaren (MLC) modelizazioarekin lotuta, zein da baieztapen zuzena SEFMren *Guía para el control de calidad y seguridad de los sistemas de planificación y planes de tratamiento de radioterapia externa* gidaren arabera?

a) PDDak, profilak eta eremu-faktoreak behar bezala doitu ondoren, MLCaren ereduak ez du IMRT edo VMAT teknikentzako balioztatze espezifikorik behar.
b) MLCaren ereduak transmisioa, xaflen muturra eta tongue-and-groove efektua bezalako parametroak karakterizatu behar ditu.



c) MLCaren parametroak azeleragailu-eredu bera duen beste zentro batetik zuzenean har daitezke, tokian tokiko egiaztapenik egin gabe.
d) MLCaren modelizazioak 3D tratamendu konformatuei eragiten die nagusiki, baina eragin txikia du oso modulatutako VMAT tratamenduetan.

152. SEFMren *Guía para el control de calidad y seguridad de los sistemas de planificación y planes de tratamiento de radioterapia* gidaren arabera, zein da end-to-end proben (E2E) eginkizun nagusia plangintza-sistemen eta tratamendu-tekniken kalitate-kontrolaren testuinguruan?

a) IMRT/VMAT plan guztien tratamendu aurreko egiaztapenak osorik ordeztea.
b) TPSaren eta erregistro- eta egiaztapen-sistemaren arteko DICOM transferentzia soilik egiaztatzea.
c) TPSaren kalkulu-algoritmoak erreferentzia-baldintzetan neurtutako PDDak eta profilak erreproduzitzen dituela soilik egiaztatzea.
d) Tratamendu-katea modu globalean ebaluatzea, irudia eskuratzetik dosia administratzeraino, fantoma bat eta neurketa dosimetrikoak erabiliz.

153. SEFM 2024ko *Guía para el control de calidad y seguridad en aceleradores lineales de uso clínico* gidaren arabera, zein da azeleragailu linealaren kalitate-kontroleko programa diseinatzeko gomendatzen den ikuspegi orokorra?

a) Proba eta maiztasunen zerrenda finko bat aplikatzea.
b) Aldizkako kontrol klasikoak IMRT/VMAT plan guztien tratamendu aurreko egiaztapenekin ordezkatzea.
c) Zentro bakoitzera egokitutako programa bat diseinatzea, arrisku-azterketa eta prozesuen kontrol estatistikoa barne hartzen dituena.
d) Programa fabrikatzailearen onarpen-proben gainean soilik oinarritzea, baldin eta ekipoa azken belaunaldikoa bada.

154. SEFM 2024ko *Guía para el control de calidad y seguridad en aceleradores lineales de uso clínico* gidaren arabera, azeleragailu lineal batean monitore-unitateko dosi xurgatuaren konstantzia-proba bereziki garrantzitsua da, zeren eta:

a) Egunero monitore-sistemaren proportzionaltasun osoa egiaztatzeko aukera ematen du monitore-unitateen tarte kliniko osoan.
b) Kalitate-kontrolaren funtsezko aldagaia da, arrisku-analisietan lehentasun handikoa, eta maiz kontrol estatistikoaren bidez jarraipena egitea gomendatzen da.
c) Sorta-kalitatearen egiaztapena ordezten du, izan ere edozein energia-aldaketa monitore-unitateko dosiaren aldakuntza bihurtzen baita beti.
d) Uretan erreferentzia-baldintzetan soilik egin behar da, eguneroko kontrol-gailuak ez baitira egokiak ohiko jarraipena egiteko.



155. Simulazioko tomografia konputarizatuko ekipo baten eta erradioterapiako plangintza-sistema baten arteko DICOM fluxua martxan jartzean, irudien orientazioaren, pixelen tartearen, ebakidura-loditasunaren eta posizioaren datuak behar bezala transferitzen direla egiaztatu da. Zein da egiaztapen horren helburua?

a) Berrestea PACSak eskuratutako irudi guztien kopia legal bat gordetzen duela.
b) Bermatzea plangintza-sistemara inportatutako irudien geometria zuzena dela bolumenak mugatzeko eta dosia kalkulatzeko.
c) Egiaztatzea erradiologoak azterketaren serie guztien txostena behar bezala egin duela.
d) Ziurtatzea DICOM irudi bakoitzak bere AE Title propio eta independentea duela.

156. AAPM TG-76 gidaren arabera, diafragmaren goi-behe noranzkoko mugimenduaren anplitude tipikoa arnasketa lasaian (ez sakonean) honako ordenakoa da:

a) $1-2$ mm.
b) $1-2$ cm.
c) $5-10$ cm.
d) >10 cm.

157. Honako baieztapen hauetatik, zein da okerra CT geldoa (*Computerized Tomography*) egiteari dagokionez?

a) Bereizmena galtzea dakar, irudia lausotzen delako.
b) Dosi xurgatua CT azkar batean baino handiagoa da.
c) Behatzailearen dependentzia ez ezik, erroreak izateko probabilitatea ere handitzen da bolumenak mugatzeko orduan.
d) Gomendatutako metodoa da tumorea gibelean, pankrean edo giltzurrunean badago.

158. Ultrasoinuetan oinarritutako IGRT-ko sistema batean, zein dira gomendatutako periodizitatea eta tolerantzia, koordenatu-sistema eta isozentroa kontrolatzeko?

a) Hiru hilean behin – 2 mm baino txikiagoa.
b) Hilean behin – 3 mm baino txikiagoa.
c) Egunero – 2 mm baino txikiagoa.
d) Urtean behin – 3 mm baino txikiagoa.

159. IAEA TRS-483 eremu txikien dosimetriarako praktika-kodean, eremu-faktorerako detektagailuaren zuzenketa-faktorearen aukeraketak baliokidea den eremu kliniko baten tamaina definitzea eskatzen du. A eta B erreferentziako sakoneran neurtutako eremu dosimetrikoaren FWHM zabalerak badira, $0{,}7 < A/B < 1{,}4$ izanik, nola definitzen da S_{clin} karratu baliokidea?

a) Bi zabaleren batez besteko aritmetiko gisa: $S_{\text{clin}} = (A+B)/2$.
b) Bi zabaleren batez besteko geometriko gisa: $S_{\text{clin}} = (A \cdot B)^{1/2}$.
c) Sterling-en formularen bidez: $S_{\text{clin}} = 2\,A\,B/(A+B)$.
d) Diametro baliokidea 1,77z biderkatuta: $S_{\text{clin}} = 1{,}77 \cdot (A \cdot B)^{1/2}$.



160. Nola esaten zaio tumore-mugimendua arnasteko prozesu normalean arnasa hartzean eta botatzean ezberdina izatea eragiten duen efektuari?

a) Histeresi.
b) Birika-mugimendu.
c) Desfase diafragmatiko.
d) Birika-inflazio.

161. Plangintzako CTan oinarritutako hiru dimentsioko erradioterapia konformatuan (3D-CRT), adierazi ICRU bolumenen (GTV, CTV, ITV, PTV) definizioari eta erabilerari eta sorten konformazioari buruzko ondoko baieztapenetatik zein den zuzen bakarra.

a) PTV (*Planning Target Volume*) GTV (*Gross Tumor Volume*) zabalduz definitzen da, zuzenean, gaixotasun subklinikoa eta kokapen- eta immobilizazio-ziurgabetasun guztiak aldi berean estaltzen dituen marjina geometriko isotropiko batekin.
b) 3D-CRTn, sortaren blokeo konformatua MLC bidez CTVren proiekzioaren gainean diseinatzen da BEVn (*Beam's Eye View*), marjina gehigarririk gehitu gabe, xafla-anitzeko kolimagailuak berak konpentsatzen baitu sortaren penunbra geometrikoa.
c) CTV (*Clinical Target Volume*) GTVtik abiatuta lortzen da, gaixotasun mikroskopiko subklinikoa estaltzen duen marjina anatomiko/kliniko bat gehituz; PTV CTV (edo ITV) zabalduz eraikitzen da, kokapen-ziurgabetasunak, organoen mugimendua eta pazientearen immobilizazioa biltzen dituen marjina geometriko batekin.
d) ITV (*Internal Target Volume*) eta PTV sinonimoak dira ICRU 62/83ren arabera, biak CTVri barne-mugimendua eta set-up ziurgabetasunak konbinatzen dituen marjina bakar bat gehituz eraikitzen baitira.

162. Gorputz osoaren irradiazioan (ICT/TBI) $6-18$ MV-ko fotoi-sortekin eta iturri/gainazal distantzia hedatuko teknikarekin, gutxi gorabehera 4 m-ra, adierazi birika-dosimetriari eta konpentsatzaileei buruzko honako baieztapenetatik zein den zuzena.

a) Birika-dosia bularraldeko dosiarekin bat dator, birikaren dentsitate baxuak elektroi-sortei soilik eragiten dielako.
b) Birikaren dentsitate baxuak eta erradiosentikortasunak haren dosia ebaluatzera behartzen dute; birika-konpentsatzaileak agindutako gorputz-dosiarekiko hura murrizteko erabiltzen dira.
c) TBI frakzionatuan, dosi-tasak altua izan behar du efektu mieloablatiboa bermatzeko.
d) In vivo dosimetria teknikaren lehen abian jartzean soilik da beharrezkoa.

163. Intraoperatorioko erradioterapian (IORT), azeleragailu mugikor dedikatu batek (adibidez Mobetron/LIAC) sortutako elektroi-sortekin eta kirurgia-ohearekin kontaktuan dauden aplikagailu zurrunez, adierazi dosimetria, preskripzioa eta aplikagailuaren aukeraren inguruko honako baieztapenetatik zein den baieztapen zuzen bakarra.

a) IORT-en elektroiekin dosia beti $\%\,100$era ($D_{\max}$) preskribatzen da ardatz zentralean, eta tumorearen ohea estalitzat jotzen da $\%\,100$eko isodosi horrek ebakitako eremu ikusgai guztia estaltzen duenean.



b) IORT-en biselatu diren aplikagailu zurrunak ($\geq 15^{\circ}$) fotoi-sortekin soilik erabiltzen dira, elektroiak oreka elektronikoaren galeragatik ezin baitute aplikagailu inklinatu baten luzeran hedatu.
c) 10 Gy-ren preskripzio baterako frakzio bakarrean, 5 mm-ko sakonera batean, 9 MeV-ko elektroiekin eta 6 cm-ko aplikagailuan, nahikoa da dosi baliokide etengabea (DEC) aplikatzea zuzenketaren beharrik gabe 1 Gy IORT $\approx$ 1 Gy konbentzionalaren baliokidearengatik, energia depositatua berdina baita.
d) IORT-en elektroiekin, tipikoki, % 90-ko estaldura-isodosira preskribatzen da dosia (tumoraren ohearen sakonera terapeutikoan, energiaren arabera $5 - 20$ mm), eta aplikagailuaren aukera (diametroa eta biselua) kirofanoan egiten da tumorearen ohearen tamainaren eta geometriaren arabera.

164. Erradiokirurgia estereotaktikoan (SRS), eremu-tamaina oso txikiko fotoi-sortekin (tipikoki $< 3 \times 3\,\mathrm{cm}^2$ eta $1 \times 1\,\mathrm{cm}^2$ baino txikiagoak ere bai), erreferentziako dosimetriak eta eremu-faktoreen (*output factors*) zehaztapenak sortaren tamainari berari lotutako zailtasun espezifikoak dituzte. Adierazi ondoko baieztapenetatik zeinek deskribatzen duen zuzen SRSn erabiltzen diren eremu txikien arazo dosimetriko bereizgarrietako bat.

a) Eremu txikietan ez dago alboko oreka elektronikoaren galerarik (LCPE), eta, beraz, ardatzeko dosi xurgatua zuzenean zehaztu daiteke Bragg-Gray ekuazioaren bidez, zuzenketa espezifikorik gabe.
b) Iturriaren fokuaren ilundura partzialak (*source occlusion*) kolimagailuen eraginez ardatzeko fluentzia artifizialki handitzen du, eta, ondorioz, eremu-faktoreak sistematikoki unitatea baino handiagoak izaten dira, baita $1 \times 1\,\mathrm{cm}^2$ baino tamaina txikiagoetan ere.
c) Detektagailua handia bada eremuarekin alderatuta, bolumen-batezbestekoa eta alboko orekaren galera posiblea agertzen dira, eta, beraz, detektagailu egokiak eta eremuaren araberako zuzenketa espezifikoak erabili behar dira.
d) Sortaren kalitate-faktorea Q ($TPR_{20,10}$ edo $\%\,dd(10)_x$) eremu-tamainatik independentea da; beraz, $10 \times 10\,\mathrm{cm}^2$ erreferentziako eremuan neurtutako k_{Q,Q_0} faktorea inolako aldaketarik gabe aplika daiteke SRSko eremu txikietan.

165. Arnasketa-"gating"eko erradioterapia-tratamendu batean, "duty cycle"-a hau da:

a) Benetako irradiazio-denboraren eta tratamenduaren denbora osoaren arteko erlazioa.
b) Inhalazioko eta exhalazioko mugimendu-ibilbideen arteko aldakuntza.
c) Arnasketa-ereduaren aldakuntzak tratamenduan zehar.
d) Tomografia konputarizatuaren irudiak eskuratzearekin batera erregistratutako arnasketa-zikloaren kurbaren erregistroa.

166. Energia handiko fotoien bidezko gorputz-irradiazio totala (git) abian jartzeko neurrietan, karratuaren alderantzizkoaren legea egiaztatu behar da tratamenduetan erabili behar diren distantzien tartean, eta erabateko dosimetria-neurriak egin behar dira distantzia horietan, baldin eta:

a) Desbideratzeak % 15 baino handiagoak badira.
b) Desbideratzeak % 10 baino handiagoak badira.
c) Desbideratzeak % 5 baino handiagoak badira.



d) Desbideratzeak % 2 baino handiagoak badira.

167. IMRTko preskripzioari, erregistroari eta txostengintzari buruzko ICRU 83 txostenean, heterogeneotasun-indizea (HI) honela definitzea iradokitzen da:

a) $HI = (D_{\%\,5} - D_{\%\,95})/D_{\%\,50}$.
b) $HI = (D_{\%\,5} - D_{\%\,98})/D_{\%\,50}$.
c) $HI = (D_{\%\,5} - D_{\%\,95})/D_{\%\,100}$.
d) $HI = (D_{\%\,2} - D_{\%\,98})/D_{\%\,50}$..

168. Biriketako garezur-kanpoko erradioterapia estereotaktikoaren tratamendu-plan bat dugu, non 750 cGy-ko 8 saio agindu diren saio bakoitzeko. PTVko dosi-estatistikak honakoak dira: $D_{\%\,1} = 68$ Gy, $D_{\%\,2} = 63$ Gy, $D_{\%\,50} = 60$ Gy, $D_{\%\,98} = 57$ Gy, $D_{\%\,99} = 55$ Gy. Datu hauekin, ICRU 83 txostenean definitutako homogeneotasun-indizea (HI) hau da:

a) 1,24.
b) 1,11.
c) 0,1.
d) Informazioa falta da kalkulatu ahal izateko.

169. ICRU Report 91 (*Prescribing, Recording, and Reporting of Stereotactic Treatments with Small Photon Beams*) txostenaren arabera, zein magnitude gomendatzen du jakinaraztea PTVko dosi xurgatuaren balio adierazgarri gisa tratamendu estereotaktikoetan?

a) Dosi minimo absolutua, $D_{\%\,100}$.
b) Puntuko dosi maximoa.
c) PTVko dosi mediana, $D_{\%\,50}$.
d) Isozentroan agindutako dosia.

170. ICRU Report 91 *Prescribing, Recording, and Reporting of Stereotactic Treatments with Small Photon Beams* txostenaren arabera, zergatik dira bereziki garrantzitsuak dosia kalkulatzeko algoritmo aurreratuak eremu txikiekin egindako tratamendu estereotaktikoetan, hala nola birikako SBRTa?

a) Ehunen heterogeneotasunei jaramonik ez egiteko aukera ematen dutelako.
b) Eremu txikiek dosi-gradiente esanguratsurik ez dutelako.
c) TPS neurketekin balioztatzeko beharra ezabatzen dutelako.
d) Funtsezkoa delako elektroien alboko sakabanaketa behar bezala modelizatzea inhomogeneotasunak dituzten inguruneta.



171. ICRU Report 83 *Prescribing, Recording, and Reporting Photon-Beam Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT)* txostenaren arabera, PTV —Planning Target Volume edo plangintzako xede-bolumena— eta PRV —Planning Organ at Risk Volume edo arrisku-organoaren plangintzako bolumena— ziurgabetasun geometrikoak kontuan hartzeko erabiltzen dira. Honako baieztapenetatik zein da zuzena?

a) PTVren eta PRVren marjinak ezin dira arriskuan jarri marraztean, nahiz eta bolumen horiek arrisku-organo batekin edo CTVrekin gainjarri.
b) Argitaratutako balio estandarretan soilik oinarritu behar dira, teknika eta zentroa edozein direla ere.
c) Murriztu daitezke PTVk arrisku-organo bat inbaditzen badu, baldin eta plangintzak agindutako batez besteko dosia betetzen badu.
d) Ez dira beharrezkoak IMRTn, alderantzizko optimizazioak ziurgabetasun geometrikoak ezabatzen baititu.

172. ICRU Report 83 *Prescribing, Recording, and Reporting Photon-Beam Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT)* txostenaren arabera, zein da gomendio egokia IMRTko paziente-espezifikoaren kalitate-kontrolerako?

a) Nahikoa da dosia puntu adierazgarri bakar batean egiaztatzea, 3D tratamendu konformatu askotan bezala.
b) Dosi-banaketa egiaztatu behar da, eta ez puntu bakar batera mugatu.
c) Alde batera utz daiteke plangintzak PTVaren eta arrisku-organoen dosi-bolumen helburuak betetzen baditu.
d) In vivo dosimetrian soilik oinarritu behar da, fantomako neurketak ordezkatzen baititu.

173. IAEA TRS-483 (*Dosimetry of Small Static Fields Used in External Beam Radiotherapy*) dokumentuaren arabera, nola zehaztu behar da hobetsiz eremu-tamaina eremu txikietan zuzenketa-faktore dosimetrikoak aplikatzeko?

a) Azeleragailuak adierazitako matrailen edo MLCaren doikuntza nominalaren bidez.
b) Gainazalean neurtutako argi-eremuaren tamainaren bidez.
c) Sortaren albo-profilaren erdiko altueran neurtutako zabaleraren bidez (FWHM), neurketa-sakoneran.
d) Plangintzan definitutako eremu-tamainaren bidez, egiaztapen dosimetrikorik behar izan gabe.

174. IAEA TRS-483 praktika-kodea ("Dosimetry of Small Static Fields Used in External Beam Radiotherapy") kontuan hartuta, eremu txiki angeluzuzen baterako $S_{\text{clin}} = (A \cdot B)^{1/2}$ adierazpena erabiltzen da eremu karratu baliokidearen tamaina lortzeko. Zer adierazten dute A eta B ikurrek formula horretan?

a) Kolimagailuan edo MLCan programatutako dimentsio nominalak.
b) Eremuaren FWHM zabalera dosimetrikoak alboko profilaren bi norabide nagusietan.
c) Ardatz zentraletik argi-eremuaren ertz geometriko bakoitzeraino dauden distantziak.
d) Detektagailuaren bolumen sentikorraren dimentsio fisikoak in-plane eta cross-plane norabideetan.



175. AAPMren TG179 txostenak (*Quality assurance for image-guided radiation therapy utilizing CT-based technologies*) gomendatzen du tratamendu-mahaiaren mugimenduen zehaztasuna egiaztatzea pazientearen posizioa zuzentzeko:

a) Egunero.
b) Astero.
c) Hilero edo eguneratu ondoren.
d) Hiruhilero edo eguneratu ondoren.

176. AAPMren Task Group 72 txostenean (elektroien azeleragailu lineal mugikorrekin egindako ebakuntza barneko erradioterapiari buruzkoa) gomendatzen da dosia honako isodosian agin dadila:

a) % 95.
b) % 100.
c) % 90.
d) % 85.

177. AAPMren 218. lan-taldearen gomendioen arabera (*Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA*), IMRT egiaztapen baten emaitzek proposatutako tolerantziak eta/edo ekintza-mugak betetzen ez dituztenean, lehenik eta behin honako alderdi hauekin lotutako kontuak egiaztatu beharko dira:

a) Xafla-anitzeko kolimagailua (*Multileaf Collimator* (MLC)).
b) IMRT egiaztapen-sistemaren softwarea (IMRT QA software).
c) Tratamenduen plangintza-sistema (*Treatment planning system* (TPS)).
d) IMRT egiaztapen-sistemaren eta erradiazio-sortaren muntaia (*Setup and Beam*).

178. *Stereotactic body radiation therapy: The report of AAPM Task Group 101* dokumentuaren arabera, hurrengo baieztapenetatik zeinek deskribatzen du hobekien nola egin behar den pazientearen simulazioa SBRTrako?

a) Pazientearentzat eroso den posizio batean egin daiteke, nahiz eta tratamenduko posizioarekin zehazki bat ez etorri.
b) Ez da beharrezkoa arrisku-organoak sartzea tratamendua IGRTrekin eginez gero.
c) PET irudietan soilik oinarritu behar da, xede-bolumena mugatzeko zehatzenak baitira.
d) Pazientea tratamenduko posizioan dagoela egin behar da, xede-bolumena eta arrisku-organo garrantzitsuak barne hartuta.

179. Toraxean edo abdomenean SBRT bidez tratatutako pazienteetan, zer gomendatzen du AAPM-ren 101 Report-ak (*Stereotactic body radiation therapy*) tumorearen mugimenduari buruz?

a) Ez da beharrezkoa ebaluatzea tratamenduaren aurretik CBCT erabiliz gero.
b) Arnas mugimendua soilik baloratu behar da tumorea 5 cm baino gehiago desplazatuz gero.



c) Beti gehitu behar da populazio-marjina finko bat, tumorearen kokapena edozein dela ere.
d) Pazientearen tumore-mugimenduaren ebaluazio espezifikoa egin behar da espero den arnas mugimendua kuantifikatzeko.

180. SBRTaren plangintza dosimetrikoan, zer kalkulu-saretaren tamaina gomendatzen du AAPMren 101. Report-ak (*Stereotactic body radiation therapy*)?

a) 5 mmko sareta isotropikoa edo txikiagoa.
b) 4 mmko sareta isotropikoa edo txikiagoa.
c) 2 mmko sareta isotropikoa edo txikiagoa.
d) 2 mmko sareta plano axialean soilik eta 5 mmkoa garezur-oin norabidean.

181. AAPM-ren TG-101en arabera, SBRT tratamenduen TC simulazioan, eskuratze-luzerak honako hau estali behar du, PTVari dagokionez:

a) $1-3$ cm, 5 cm arte sorta ez-koplanarrak erabiliz gero.
b) $3-5$ cm, 10 cm arte sorta ez-koplanarrak erabiliz gero.
c) $5-10$ cm, 15 cm arte sorta ez-koplanarrak erabiliz gero.
d) $10-15$ cm, sorta ez-koplanarrak direla-eta zabaldu gabe.

182. AAPM TG-101 txostenaren arabera (*Stereotactic body radiation therapy: The report of AAPM Task Group 101*), birikako tumoreen edo dentsitate baxuko ehunez inguratutako lesioen SBRTaren dosi-kalkuluan, zein da baieztapen zuzena?

a) Pencil-beam motako algoritmoak hobetsi behar dira, kalkulu-denbora murrizten dutelako, eta nahikoa zehatzak direlako eremu txikietan.
b) Ez da gomendatzen birikan inhomogeneotasun-zuzenketak aplikatzea, kalkuluaren ziurgabetasuna handitu dezaketelako.
c) Sakabanaketaren 3D integrazioa duten algoritmoak gomendatzen dira.
d) Inhomogeneotasun-zuzenketa beharrezkoa da soilik eremu-tamainak 10 cm gainditzen baditu.

183. SEFMren *Recomendaciones de la Sociedad Española de Física Médica sobre implementación y uso clínico de radioterapia estereotáxica extracraneal (SBRT)* dokumentuaren arabera, nola definitzen da heterogeneotasun-indizea (IH) SBRT plan baten ebaluazio dosimetrikoan?

a) PTVaren barneko puntuko dosi xurgatu maximoaren eta puntuko dosi xurgatu minimoaren arteko zatidura gisa.
b) Preskripzio-isodosiak estaltzen duen PTVaren bolumenaren eta PTVaren bolumen osoaren arteko zatidura gisa.
c) Preskripzio-isodosiak inguratzen duen bolumenaren eta PTVaren bolumen osoaren arteko zatidura gisa.
d) PTVaren % 2ek jasotako dosi xurgatuaren, $D_{\%\,2}$, eta PTVaren % 98ek jasotako dosi xurgatuaren, $D_{\%\,98}$, arteko zatidura gisa.



184. Erradioterapian posizioa zuzentzeko NAL (*No-Action-Level*) protokoloari buruz, OKERRA da:

a) Ez dago atalaserik zuzenketarako.
b) Abiapuntutzat hartzen du desplazamenduaren osagai ez-ausazkoa tratamendu osoan zehar aldagaitz mantentzen dela.
c) Offline protokolo bat da.
d) SAL (*Shrinking Action Level*) protokoloak baino lan-karga handiagoa eskatzen du.

185. Isotopo jakin baten aireko kerma-tasaren konstantea honako honen mende dago:

a) Isotopo horrek igortzen dituen fotoien igorpen-probabilitatea.
b) Isotopo horren desintegrazio-konstantea.
c) Isotopo horrek igortzen dituen elektroien banaketaren Fermi espektroa.
d) Isotopoaren atzerakako energia zinetikoa.

186. Airean erreferentziazko kerma-tasaren unitatea hau da:

a) $\mathrm{Gy} \cdot \mathrm{h}^{-1}$.
b) $\mathrm{Gy} \cdot \mathrm{m}^{2} \cdot \mathrm{h}^{-1}$.
c) Ci
d) R

187. Au-198 brakiterapiako inplante interstizialetarako erabiltzen den erradioisotopo bat da, eta erdidesintegrazio-periodoa eta igortzen dituen gamma izpiak, hurrenez hurren, hauek dira:

a) 2,7 egun eta 0,412 MeV.
b) 27 egun eta 41,2 keV.
c) 54 egun eta 0,123 MeV.
d) 5,4 egun eta 0,23 MeV.

188. Zergatik ez da egokia medikuntza nuklearreko dosi-kalibragailu (jarduera-metro) bat brakiterapia-iturri baten TKRA egiaztatzeko?

a) Hondoko erradiazioarekiko sentikorregia da.
b) Jarduera (Bq) neurtzen du eta isotopo diagnostikoetarako kalibratuta dago.
c) Beta igorle puruekin soilik funtzionatzen du.
d) mGy/h-tan kalibratuta dago, ez Bq-tan.

189. Pd-103 hazien brakiterapiako inplante iraunkor batean, 68 egunen ondoren pazienteak jaso du:

a) Dosi osoaren ia % 100.
b) Dosi osoaren % 50 gutxi gorabehera.
c) Dosi osoaren % 87,5.
d) Dosi osoaren % 94.



190. EZ da putzu-ganbera batekin brakiterapia-iturri baten neurketaren ziurgabetasunari laguntzen dion faktore bat:

a) Detektagailutik elementu arkitektonikoetarainoko distantzia, 1 m-etik aurrera.
b) Iturriaren kokapena.
c) Energiarekiko mendekotasuna.
d) Kapsulatzearen araberako mendekotasuna.

191. Ir-192 iturri batekin egindako brakiterapia-tratamendu batek 282 segundo irauten ditu maiatzaren 1ean. Iturria aldatu ez dela onartuz gero, maiatzaren 15ean tratamendu berberak honako iraupena izango luke:

a) 500 segundo.
b) Gutxi gorabehera, 282 segundo berberak.
c) 322 segundo.
d) 332 segundo.

192. Berunezko mantala babes-geruza eraginkorra da honako brakiterapia-prozeduretan:

a) I-125.
b) Ir-192, Cs-137 eta I-125.
c) Co-60.
d) I-125 eta Cs-137.

193. ^{192}Ir**-ko brakiterapia-iturri batek** $1{,}75\ \mathrm{R}\cdot\mathrm{h}^{-1}$**-ko esposizio-tasa du** $1\ \mathrm{m}$**-ra. Erradioa** $30\ \mathrm{cm}$ **duen edukiontzi zilindriko baten erdian txertatuz gero, zenbat hamarren-balioko geruza behar dira edukiontziaren gainazaleko esposizio-tasa** $2\ \mathrm{mR}\cdot\mathrm{h}^{-1}$ **baino gutxiagora murrizteko?**

a) 10.
b) 3.
c) 4.
d) 14.

194. Brakiterapian erabiltzen diren Ir-192 iturrien jarduera espezifikoa hau da:

a) Cs-137arena baino 100 aldiz handiagoa gutxi gorabehera.
b) Cs-137arena baino 10 aldiz handiagoa gutxi gorabehera.
c) Co-60arena halako bi gutxi gorabehera.
d) Co-60arenaren ordenakoa.

195. Co-60 eta Ir-192 tasa altuko brakiterapiako iturri gisa alderatzen baditugu, honakoa betetzen da:

a) 10 cm inguruko distantzia baterako, Ir-192ri lotutako dosi-balioak Co-60renak baino handiagoak dira.
b) Bi iturriek antzeko jarduera espezifikoak dituzte.



c) Berunaren erdi-balioko geruza Co-60rentzat Ir-192rentzat halako bi da.
d) Ir-192 iturriarekin egindako tratamenduak Co-60koak baino luzeagoak izan ohi dira.

196. Brakiterapian iturri gisa erabili ohi diren erradionuklidoen (^{226}Ra, ^{137}Cs, ^{60}Co, ^{192}Ir, ^{125}I, ^{103}Pd) ezaugarri fisikoei buruz, adierazi honako baieztapenetatik zein den baieztapen zuzen bakarra.

a) ^{125}I-k energia altuko fotoiak igortzen ditu (batez besteko energia $\approx 0{,}66\,\text{MeV}$) β^- desintegrazioaren bidez ^{125}Te(e)ra, eta horrek termino dosimetrikoetan ^{137}Cs(r)en baliokide den iturri bilakatzen du.
b) ^{60}Co-k gutxi gorabehera 74 eguneko semidesintegrazio-periodoa du, eta $\approx 380\,\text{keV}$ batez besteko energiako fotoiak igortzen ditu; ezaugarri horiek luzaroko (>5 urte) HDR iturri gisa egoki bilakatzen dute aldaketarik gabe.
c) ^{103}Pd eta ^{125}I energia baxuko β^- igorle hutsak dira, haien dosimetria ehunean partikula kargatuen irismena oinarri gisa soilik hartzen duena ($\sim 1-2\,\text{mm}$); hori dela eta, prostata-inplante iraunkor interstizialetan erabiltzen dira.
d) ^{192}Ir β^- ($\approx \%\,95$) bidez ^{192}Pt(e)ra eta kaptura elektronikoaren bidez ($\approx \%\,5$) ^{192}Os(e)ra desintegratzen da, $\approx 380\,\text{keV}$ batez besteko energiako γ fotoi-espektroarekin eta gutxi gorabehera 73,8 eguneko semidesintegrazio-periodoa du.

197. ABS/TG-137 gidalerroen arabera, ^{125}I haziekin egindako LDR brakiterapia iraunkorrerako prostata-bolumen optimoa hau da:

a) Edozein bolumen (mugarik gabe).
b) $\leq 50-60\,\text{cm}^3$.
c) $80-100\,\text{cm}^3$.
d) $>120\,\text{cm}^3$.

198. ICRUren *Dose and Volume Specification for Reporting Interstitial Therapy* txostenaren arabera (ICRU Report 58), brakiterapian nominalki berdinak diren iturrien multzo bat onartzeari dagokionez, honako baieztapenetatik zein da zuzena?

a) Ez dira onartu behar taldearen batez besteko TKRAtik %3 baino gehiago desbideratzen diren iturriak.
b) Ez dira onartu behar taldearen batez besteko TKRAtik %5 baino gehiago desbideratzen diren iturriak.
c) Fabrikatzailearen kalibrazio-ziurtagiriaren ziurgabetasunak ez du % 3 gainditu behar.
d) Iturri bakoitzak taldearen batez besteko TKRArekiko duen desbiderapen onargarriak % 10 izan dezake, sortak hamar iturri baino gehiago baditu.

199. ESTRO-AAPM dokumentu bateratuaren (HEBD taldea) gomendioen arabera, tasa altuko brakiterapiaren plangintza-sistemetan, iturria honela zehaztu behar da:

a) Itxurazko jarduera.
b) Jarduera espezifikoa.
c) TKRA.



d) Jarduera edukia.

200. Brakiterapia-inplante baten ebaluazioan, zergatik izan daiteke DVH diferentziala —zuzena edo naturala ere deitua— DVH metatua baino informatiboagoa xede-bolumenaren barruan azpidosifikazio nabarmena detektatzeko?

a) Azpidosifikatutako voxel bakoitzaren kokapen anatomiko zehatza erakusten duelako.
b) Dosi-tarte bakoitzean erortzen den bolumena erakusten duelako, banaketako haranak edo hutsuneak ikusgarriago bihurtuz.
c) Histograma kalkulatzeko erabilitako bin-tamainarekiko mendekotasuna ezabatzen duelako.
d) Inplantearen ebaluazio espazialean isodosien azterketa ordezkatzen duelako.

201. Brakiterapia interstiziala (ehunean ezarritako kateterrekin) honetarako dago adierazita:

a) Larruazaleko lesio azalekoak (moldeen erabilera bera).
b) Lesio sakonak (prostata, mama lumpektomiaren ondoren, zati bigunak).
c) Begi-orbitarako soilik.
d) Lesioaren sakoneratik independentea.

202. Begi-brakiterapian dosia kalkulatzeko gomendioek honako hauek barne hartzen dituzte:

a) Dosiaren kalkulua homogeneotasunekin eta heterogeneotasunekin.
b) Kalkulua homogeneotasunekin soilik.
c) Kalkulua heterogeneotasunekin soilik.
d) Ez da kalkulu indibidualizatua gomendatzen.

203. ICRU Report 58 *Dose and Volume Specification for Reporting Interstitial Therapy* txostenaren arabera, brakiterapia interstizialean hainbat magnitude erabiltzen dira inplantearen estaldura eta uniformetasun dosimetrikoa deskribatzeko. Adierazi zein den baieztapen zuzena.

a) Xedearen dosi minimoa, MTD, CTVko edozein puntuk jasotzen duen dosi maximoa da.
b) Uniformetasun ezaren ratioak, DNR, gutxienez $1{,}5\,D_{\mathrm{ref}}$ jasotzen duen bolumena gutxienez D_{ref} jasotzen duen bolumenarekin erlazionatzen du.
c) Erreferentzia-dosia, D_{ref}, aplikadorearen isozentro mekanikoko dosia da.
d) Brakiterapia interstizialean ez da beharrezkoa PTV definitzea, beti CTVrekin bat datorrelako.



204. Brakiterapia-zerbitzu batek urrutiko karga geroratuko PDR (*pulsed dose-rate*, dosi-tasa pultsatua) ekipo bat du. HDR (*high dose-rate*, dosi-tasa altua) eta LDR (*low dose-rate*, dosi-tasa baxua) ekipoekin alderatuta, adierazi ondoko desberdintasun teknikoetatik zein den zuzena.

a) PDRak iturri bakar mugikorra erabiltzen du, HDRak bezala, baina dosia pultsu errepikatuetan ematen du LDR tratamendu bat erradiobiologikoki simulatzeko.
b) PDRak jarduera baxuko iturri anitz erabiltzen ditu aldi berean, hainbat kateterretan kargatuta, HDRak ez bezala.
c) PDRak normalean Pd-103 erabiltzen du, eta HDRak, berriz, energia altuko erradionuklidoak.
d) PDRak ez du gelditze-denborekin egindako plangintzarik behar; iturria etengabe mugitzen da abiadura uniformean.

205. Sr-90/Y-90 beta iturriarekin egindako koronario-hodietako brakiterapia intrabaskularrean, kateter bat deszentratuta geratu da hodiaren ardatzarekiko. AAPM TG-149 txostenaren arabera (*Dose calculation formalisms and consensus dosimetry parameters for intravascular brachytherapy dosimetry*), adierazi zer eragin sor daitekeen preskripzio-sakoneran emandako dosian.

a) Deszentratzea simetria angeluarraren bidez konpentsatzen da, eta, beraz, hodiaren inguruko dosia uniforme mantentzen da.
b) Beta iturrietan, kateterraren deszentratze txikiek ez dute garrantzi dosimetrikorik.
c) Deszentratzeak banaketa zirkunferentzial ez-uniformea sor dezake, dosi handiagoko eta txikiagoko eremuekin.
d) Deszentratzeak banaketa longitudinalari soilik eragiten dio, ez dosiaren banaketa erradialari.

206. Umetoki-lepoaren brakiterapia ginekologikoan 3D irudiarekin bolumenak eta dosiak zehazteari buruz, GEC-ESTRO gomendioen eta ICRU Report 89aren (*Prescribing, Recording, and Reporting Brachytherapy for Cancer of the Cervix*) arabera, adierazi zein den baieztapen zuzena.

a) HR-CTVak brakiterapia egiteko unean ikusgai dagoen GTVa soilik barne hartzen du.
b) Arrisku-organoen $D_{2\,\mathrm{cc}}$ organo osoak jasotzen duen batez besteko dosia da.
c) HR-CTVaren D_{90} estaldura-indize bat da, eta dosi metatu gisa jakinarazten da, EBRT eta brakiterapia barne, EQD2tan.
d) Umetoki-lepoaren HDRan ez da beharrezkoa dosiak EQD2 bihurtzea.

207. Umetoki-lepoko minbizia duen paziente batek $45\,\mathrm{Gy}$ **EBRT jaso ditu 25 frakziotan (**$1{,}8\,\mathrm{Gy/fr}$**) gehi 4 HDR frakzio** $7\,\mathrm{Gy}$**-koak HR-CTVren** D_{90}**-ra preskribatuta. Kalkulatu EQD2-n metatutako** D_{90} $\alpha/\beta = 10\,\mathrm{Gy}$**-rekin.**

a) $73\,\mathrm{Gy}$.
b) $79\,\mathrm{Gy}$.
c) $85\,\mathrm{Gy}$.
d) $100\,\mathrm{Gy}$.



208. ICRU 89 (2016) eta GEC-ESTRO erakundeek gomendatutako umetoki-lepoaren minbiziaren brakiterapia ginekologikoan dosi-preskripziorako gaur egungo paradigma honako honetan oinarritzen da:

a) Manchester sistemaren A puntu klasikoa.
b) Manchester sistemaren B puntu klasikoa.
c) 3D irudien bidez (RM/TC) definitutako HR-CTVaren (*high-risk clinical target volume*) D_{90}.
d) 5 puntu arbitrariotako dosia.

209. Prostatan I-125 hazien ezarpen iraunkor baten ondoren, prostataren bolumena handitu egiten da lehen 24-72 orduetan edema akutuaren ondorioz, gutxi gorabehera:

a) $\%\,5-10$.
b) $\%\,30-100$.
c) $\%\,200-300$.
d) $>\%\,500$.

210. ICRU Report 89 / ICRU-GEC-ESTRO txostenaren arabera, umetoki-lepoko minbiziaren brakiterapian preskripzioari, erregistroari eta txostenari buruz, kanpoko erradioterapian eta brakiterapian xurgatutako dosia konbinatzeko honako hau gomendatzen da:

a) Bi tekniken bidez jasotako dosiak bereizita baloratzea, frakzionamenduaren aldea dela eta konparagarriak ez direlako.
b) Eredu lineal/koadratikoaren bidez kalkulatutako frakzioko 2 Gy-ko dosi baliokidea erabiltzea, ehun osasuntsuen konponketa soilik kontuan hartuta.
c) Eredu lineal/koadratikoaren bidez kalkulatutako frakzioko 2 Gy-ko dosi baliokidea erabiltzea, tumorearentzat α/β 10 Gyko balioarekin eta ehun osasuntsuarentzat 3 Gy-koarekin.
d) Ez da horri buruzko gomendiorik ematen.

211. AAPM-ren TG64 protokoloak (prostatako brakiterapia, hazien inplante iraunkorrekin) honako hau gomendatzen du prostatako hazien inplante iraunkorretarako planifikagailu komertzialei dagokienez:

a) Montecarlo algoritmo bat erabil dezatela, ingurune homogeneo bat aintzat hartuta.
b) TG43 protokoloan dosia kalkulatzeko azaldutako formalismoari modu esplizituan jarrai diezaiotela.
c) DICOM RT estandarraren espezifikazioei zehatz-mehatz jarrai diezaietela.
d) Merkatuan eskuragarri dauden hazi mota guztien bilduma eduki dezatela.

212. AAPM-ren TG64 protokoloari jarraikiz (prostatako brakiterapia, hazien inplante iraunkorrekin), zein da aintzat hartu beharreko faktore erabakigarria inplantearen osteko dosimetriaren programaziorako?

a) Inplanteak prostatan eragindako edemaren iraupena.
b) Inplantearen guztizko jarduera (mCi).



c) Inplantearen aurreko prostatako antigeno espezifikoaren (PSA) maila.
d) Ezarritako hazien kopurua.

213. Honako efektu hauetatik, zeinek eragiten die modu esanguratsuenean brakiterapiako dosi-banaketei?

a) Distantziaren karratuaren alderantzizkoak.
b) Heterogeneotasunek.
c) Airearen presentziak.
d) Ehunean gertatzen den sakabanaketak.

214. I-125 hazi askorekin egindako LDR prostata-inplante batean, PTVren D_{90}aren murrizketa tipikoa hazien arteko indargetzearengatik (*interseed attenuation*) honako ordenakoa da:

a) $< \%\,1$.
b) $\%\,3 - 5$.
c) $\%\,15 - 20$.
d) $> \%\,30$.

215. Brakiterapiako plangintza-sistema batek (TPS-BT) ereduetan oinarritutako dosi-kalkuluaren algoritmo aurreratu bat (MBDCA) erabiltzen du, eta horri esker pazientearen heterogeneotasunak, aplikagailuak eta sakabanaketa-baldintzak kontuan har daitezke. AAPM TG-186 txostenaren arabera (*Report of the Task Group 186 on model-based dose calculation methods in brachytherapy beyond the TG-43 formalism*), adierazi nola jakinarazi behar den kalkulatutako dosia.

a) Uretan uretako dosia soilik jakinarazi behar da, $D_{w,w}$, aurreko literatura klinikoarekin bateragarria den bakarra delako.
b) Ingurunean inguruneko dosia soilik jakinarazi behar da, $D_{m,m}$, TG-43 formalismoari erreferentziarik egin gabe.
c) Gutxienez $D_{m,m}$ jakinarazi behar da eta, halaber, TG-43n oinarritutako erreferentzia bati eutsi behar zaio trantsizio klinikoan.
d) $D_{w,w}$ eta $D_{m,m}$ren arteko aukera berdin da, bi dosiak ia beti praktikoki berdinak direlako.

216. TG43k formulatutako dosi-tasaren kalkuluaren formalismoaren osagaiak dira, iturri linealaren hurbilketarekin:

a) TKRA, dosi xurgatuaren tasaren konstantea, geometria-funtzioa, anisotropia-funtzioa eta funtzio erradiala.
b) TKRA, dosi xurgatuaren tasaren konstantea, homogeneotasun-indizea, anisotropia-funtzioa eta funtzio erradiala.
c) TKRA, dosi xurgatuaren tasaren konstantea, geometria-funtzioa, anisotropia-funtzioa eta Meisberger-en polinomioa.
d) Barneko jarduera, dosi xurgatuaren tasaren konstantea, geometria-funtzioa, anisotropia-funtzioa eta funtzio erradiala.



217. AAPM TG-43 formalismoan brakiterapian dosia kalkulatzeko, nola definitzen da dosi xurgatuaren tasaren konstantea, Λ?

a) Iturritik 1 cm-ra dagoen erreferentzia-puntuan, haren zeharkako ardatzean, uretan dosi xurgatuaren tasa, aireko kerma-intentsitatearekiko (S_K) normalizatua.
b) Iturri puntual baten hurbilketa geometrikoarekiko uretako indargetzea eta sakabanaketa zuzentzen dituen faktorea.
c) Uretako dosi xurgatuaren eta iturriaren jarduera nominalaren arteko erlazioa, tratamenduaren baldintza klinikoetan ebaluatua.
d) Iturriaren inguruan zeharkako planoarekiko dosiaren aldakuntza angeluarra deskribatzen duen parametroa.

218. TG-43 formalismoan, iturri linealaren funtzio geometrikoa, $G_L(r,\theta)$, erabiltzen denean, zein da baieztapen zuzena?

a) Hurbilketa puntualarekin lortutako dosiaren funtzio erradialarekin $g_P(r)$ bereizi gabe konbina daiteke, betiere aireko kerma-intentsitatearen balio bera S_K mantenduz gero.
b) Hurbilketa linealarekin lortutako dosiaren funtzio erradialarekin $g_L(r)$ eta bi dimentsioko anisotropia-funtzioarekin $F(r,\theta)$ erabili behar da, hurbilketa geometriko bera eta luzera aktibo bera L erabiliz eratorritakoak.
c) Bi dimentsioko anisotropia-funtzioa $F(r,\theta)$ ordezkatzen du, iturriak bere ardatz longitudinalarekiko simetria zilindrikoa aurkezten duenean.
d) Uretan indargetzea eta sakabanaketa zuzentzeko soilik erabiltzen da, eta dosiaren funtzio erradialak $g_L(r)$ alderantzizko karratuaren legea soilik deskribatzen du.

219. AAPM TG-43 dokumentuan $g_X(r)$ dosiaren funtzio erradialaren helburu nagusia hau da:

a) Iturriaren inguruko dosiaren angeluaren araberako aldakuntza deskribatzea, plano transbertsalari dagokionez.
b) Dosi-tasa zuzentzea, iturriaren desintegrazio erradioaktiboa kontuan hartuta, kalibrazioaren eta inplantearen artean.
c) Plano transbertsaleko dosiaren aldakuntza adieraztea, indargetzeak eta sakabanaketak eraginda, efektu geometrikoa bereizi ondoren.
d) Iturriaren itxurazko jarduera aireko kerma-intentsitate bihurtzea.

220. AAPM TG-43 dokumentuan, zerk baldintzatzen du nagusiki dosiaren funtzio erradialaren portaera, $g(r)$, brakiterapiako iturri kapsulatu batentzat?

a) Erradionukleidoaren batez besteko energiak soilik, kapsulatzearen efektuak osorik dosi-tasaren konstantean sartzen baitira.
b) Aireko kerma-intentsitateak, S_K, horrek zehazten baitu $g(r)$-ren malda distantziarekin.
c) Itxurazko jarduerak eta iturriaren luzera aktiboak, indargetze erradiala definitzen duten parametroak baitira.
d) Erradionukleidoaren energia-espektro eraginkorrak eta iturriaren barne-diseinuak eta kapsulatzeak sartutako aldaketek.



221. Zein dira gomendatutako maiztasuna eta tolerantzia putzu motako ganberako detektagailuen erreproduzigarritasuna kontrolatzeko?

a) Bi urtean behin - ehuneko 3.
b) Urtean behin - ehuneko 5.
c) Urtean behin - ehuneko 2.
d) Bi urtean behin - ehuneko 2.

222. Atzeratutako kargako (*remote afterloader*) HDR brakiterapia-unitate baten kalitate-kontrolean, iturriaren posizio-zehaztasunerako ohiko tolerantzia geldialdi-posizioetan edo *dwell positions* delakoetan honakoa da:

a) $\leq 0{,}1$ mm.
b) ≤ 1 mm.
c) ≤ 5 mm.
d) ≤ 10 mm.

223. Putzu-ganbera batekin egiten diren brakiterapia-iturrien egiaztapenetan, noiz egiaztatu behar da detektagailu/elektrometro sistemaren ihes-korrontea?

a) Detektagailuari tentsioa aplikatu eta berehala, sistemak baldintza egonkorrak lortu baino lehen.
b) Detektagailua iturriaren egiaztapen-neurketa egiteko erabili aurretik.
c) Hilean behin, ekipoaren aldizkako kontrolaren barruan.
d) Astean behin, iturrien neurketarik egiten den ala ez kontuan hartu gabe.

224. Brakiterapia-iturrien egiaztapen dosimetrikorako erabiltzen den putzu-ganberari edo ganbera birsartzaileari buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) Neurketan zehar inguruko airera irekita dagoen ganbera bat da.
b) Haren erantzuna iturriaren putzu barneko posizio axialetik independentea da, eta, beraz, ez da beharrezkoa posizionamendu-intsertu espezifikoak erabiltzea.
c) Aireko erreferentziazko kerma-tasaren arabera kalibratzen da, TKRA, kontuan hartzen den iturri motarako.
d) Kalibrazio-faktore unibertsal bakar batekin erabil daiteke edozein erradionukleido eta brakiterapia-iturri eredutarako.

225. Maiatzaren 13ko 391/2025 Errege Dekretuaren arabera (erradioterapiako asistentzia-unitateen kalitate- eta segurtasun-irizpideak ezartzen dituen Errege Dekretua), brakiterapia-tratamenduetan honako hau egiaztatu beharko da:

a) Iturriaren posizioa, bere ibilbide osoan eta aplikagailuetan, balio nominalarekiko ez dela ± 1 mm baino gehiago aldentzen.
b) Transferentzia-hodien aplikagailuetarako konexio egokia, eta tratamendu osoan zehar plangintzaren baldintzak errepikatzen direla.
c) Iturriaren posizionamendu-tolerantzia ez dela $\pm 0{,}5$ mm baino handiagoa karga diferituko ekipo guztietan.
d) Iturriaren posizionamendu-tolerantzia ez dela ± 2 mm baino handiagoa, HDR brakiterapian izan ezik.



226. Dosi-tasa handiko ekipoetan erabilitako iturri baten kasuan, eta SEFMren «brakiterapiako kalibrazioa, dosi-matrizeak eta kalitate-kontrola» dokumentuari jarraikiz, noiz gomendatzen da AEKTa (aireko erreferentziako kerma tasa) neurtzea?

a) Onartzen den egunean, eta astean behin.
b) Onartzen den egunean, eta hilean behin.
c) Onartzen den egunean.
d) Hura azkenekoz erabili ondoren, eta onartzen den egunean.

227. Zer baldintza bete behar du, besteak beste, x izpien sorta baten GHMaren neurketak?

a) Erabilitako ahultze-materiala %90eko purutasuneko baino gehiagoko aluminioa izan behar da.
b) Neurketa sorta meheko egoeran egin behar da; hau da, detektagailua ahultze-materialetik aldendu behar da erradiazio barreiatua saihesteko.
c) Erabilitako detektagailua uraren baliokidea izan behar da, energian emandako erantzuna ahalik eta independentea izan dadin.
d) Aurreko erantzunetako bat ere ez da zuzena.

228. Baldin eta irudi-sistema batek ezin baditu bereizi gehienez 0,2 mm-ko tartea duten objektuak, zein da sistema horren espazio-bereizmena milimetro bakoitzeko lerro-paretan (pl/mm)?

a) 10pl/mm.
b) 7,5pl/mm.
c) 2,5pl/mm.
d) 1pl/mm.

229. Butterworth berreraikuntza-iragazkiaren transferentzia-funtzioa bi parametro hauen mende dago: Ebaki-frekuentzia eta N ordena. Zer kontrolatzen da azken parametro horren bidez?

a) Nyquisten frekuentzia.
b) Kurbaren malda.
c) Homogeneotasuna.
d) Bereizmena.

230. Irudi medikoaren modalitate desberdinak normalean sailkatzen dira erabilitako energia-iturriaren arabera eta lortutako kontrastea anatomikoa/egiturazkoa ala funtzionala/molekularra den arabera. Adierazi zein den baieztapen zuzena.

a) Erradiografia proiekzionala, CT eta RM transmisio-modalitateak dira denak (energiak pazientea zeharkatzen du, eta beste aldean detektatzen da), ekografia, berriz, emisiozkoa da (iturria pazientearen gorputzean dago).
b) Bai PET eta bai SPECT transmisio-teknikak dira, kanpotik detektatutako fotoietan oinarritzen direlako; CT-arekiko aldea fotoiaren energian datza soilik.



c) RM-k ez du erradiazio ionizatzailerik erabiltzen, espektro elektromagnetikoaren mikrouhinen eskualdean lan egiten duelako, fotoi bakoitzeko energiekin balentzia-elektroien lotura-energia baino askoz handiagoekin, baina oxigenoaren lehen ionizazio-potentziala baino txikiagoekin.
d) PET eta SPECT emisio-teknikak dira (iturria —radiofarmako bat— pazientearen barruan dago) eta kontraste funtzionala/molekularra ematen dute nagusiki; CT eta erradiografia transmisiozkoak dira, eta kontraste anatomikoa ematen dute; RM ez da ez transmisiozkoa ez emisiozkoa zentzu klasikoan, eta kontraste anatomikoa eta funtzionala ematen ditu.

231. Erradiodiagnostikoaren energia-tarte tipikoan ($\approx 20-150\,\mathrm{keV}$), fotoien eta ehunen arteko bi elkarrekintza nagusiak efektu fotoelektrikoa eta Compton sakabanaketa inkoherentea dira. Adierazi zein den baieztapen zuzena haien sekzio eraginkorrek fotoiaren energiarekiko (E) eta ingurunearen zenbaki atomiko eraginkorrarekiko (Z_{eff}) duten mendekotasunari buruz, eta haien inplikazioak kontrasterako eta pazientearen dosirako.

a) Efektu fotoelektrikoa energia baxuko eremuan nagusitzen da, eta ehun bigunen eta hezurra/iodoaren arteko kontraste anatomikoaren arduradun nagusia da; Compton sakabanaketa, berriz, energia altuagoetan nagusitzen da, eta pazientearen dosi sakabanatuaren eta irudia hondatzen duen erradiazio sakabanatuaren arduradun nagusia da.
b) Bai efektu fotoelektrikoa, bai Compton, ingurunearen Z^2-ren menpe daude; ehun-kontrastea, funtsean, kV-en aukeraketatik independentea da.
c) Compton mamografian nagusitzen da ($\approx 28\,\mathrm{kV}$), energia baxua delako, eta ehunak arinak direlako; efektu fotoelektrikoa $100\,\mathrm{keV}$-tik gora soilik da garrantzitsua.
d) Efektu fotoelektrikoa E^2-ren menpe dago (ez $1/E^3$-ren menpe), bere sekzio eraginkorra energiarekin handitzen delako lehen K-edge-raino; K-edge-tik gora bortizki erortzen da, eta Compton nagusi bihurtzen da.

232. Adierazi erantzun OKERRA CR sistema batean (erradiografia konputarizatuan) lortutako irudi-kalitatea handitzeko moduari buruz:

a) Pantaila gardenak erabiltzea.
b) Irakurketa bikoitzeko sistemak erabiltzea.
c) Dentsitate txikiagoko fosforoak erabiltzea.
d) Fosforo egituratuak erabiltzea.

233. Irudiaren kontrastea hobetzeko erradiologia konbentzionalean erabiltzen diren sakabanaketaren aurkako sareei (*anti-scatter grids*) buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena haien funtzionamenduari, magnitude bereizgarriei (sare-erlazioa R, maiztasuna, Bucky faktorea) eta pazientearengan duten eraginari dagokienez.

a) Sakabanaketaren aurkako sareak aldi berean murrizten ditu detektagailura iristen den erradiazio sakabanatua eta pazientearen dosia: sorta primarioak pazientea jo aurretik sakabanatutako fotoiak iragazten dituenez, operadoreak mAs-a jaits dezake.
b) Sakabanaketaren aurkako sareak irudiaren kontrastea handitzen du erradiazio sakabanatua selektiboki xurgatuz, baina mAs-a handitzea eskatzen du (Bucky



faktorea B normalean 2–6) detektagailuaren esposizioa mantentzeko, eta, beraz, pazientearen dosia handitzen du.

c) Sare-erlazioak $R = h/D$ (berunezko xaflen altuera zati haien arteko bereizketa) batez ere azken irudiaren espazio-bereizmena zehazten du; erradiologia orokorrean ohiko $R \approx 8 - 12$ balioek azpimilimetroko bereizmena bilatzen dute.
d) Sarearen maiztasuna (lerro cm-ko) ahalik eta baxuena aukeratzen da (≈ 5 lerro/cm) berunezko xaflak berak berreraikitako irudian ikusgai EZ izan daitezen.

234. Gamma-ganbera planar baten sistemaren espazio-bereizmena (R_{sys}) okertu egiten da iturri/kolimagailu distantziarekin, izan ere:

a) Erradiazio sakabanatua handitu egiten da.
b) Kristalak sentikortasuna galtzen du distantziarekin.
c) Kolimagailuak puntu bakoitzeko fotoien onartutako angelu handiagoa ahalbidetzen du, PSFa zabalduz (penunbra geometrikoa).
d) PMTaren eraginkortasuna distantziarekin gutxitzen da.

235. Adierazi erantzun OKERRA mamografian erabiltzen den X izpien sortaren espektroari buruz:

a) Xurgapen diferentziala indartzen du irudi kontrastatua lortzeko.
b) Oso tentsio baxuak erabiltzen ditu (25 eta 30 kV artekoak).
c) Compton efektua nagusitzen da efektu fotoelektrikoaren gainetik.
d) Molibdenoaren espektroak bremsstrahlung gutxiago aurkezten du tungstenoarenak/wolframioarenak baino.

236. CT irudi-sorta batek 200 ebakidura ditu, bakoitza 512×512 pixelekoa, eta pixel bakoitza 16 bitekoa. Fitxategiaren tamaina hau da:

a) 500 kB.
b) 5 MB.
c) 10 MB.
d) 100 MB.

237. Mediastinoaren eta toraxeko eskualdearen anatomia erradiologikoari buruz, irudi diagnostikoan (erradiografia sinplea eta TC) identifikatzeko ikuspegitik, adierazi zein den baieztapen zuzen bakarra.

a) Aorta-arkua anatomikoki erdiko lerroaren ezkerraldean eta bena azigosaren kaiadoaren gainetik kokatzen da, eta, beraz, toraxeko atzeko-aurreko (PA) proiekzio batean silueta mediastinikoaren goiko ezkerreko ertza eratzen du ("aorta-botoia" deritzona).
b) Toraxeko hestegorria erdiko lerrotik doa, hertsiki trakearen aurretik bere toraxeko ibilbide osoan, eta, beraz, alboko proiekzio batean beti trakearen planoan proiektatzen da, bizkarrezurrarekin gainjarri gabe.
c) Goiko kaba-bena eskuineko eta ezkerreko birika-benen elkarguneak eratzen du, eta zuzenean eskuineko bentrikuluan isurtzen da, eta horrek birika-eremuaren itzulera-bide nagusi bihurtzen du.



d) Eskuineko eta ezkerreko bronkio nagusiak simetrikoak dira kalibrean, luzeran eta trakearekiko angeluazioan, eta, beraz, aspiratutako gorputz arrotz batek probabilitate bera du bi biriketako edozeinetan kokatzeko.

238. Adierazi erantzun OKERRA teknika erradiologikoari buruz:

a) Kiloboltaje sortaren energia maximoa zehazten du, eta haren espektroa konfiguratzen du.
b) kV altua erabiliko da, hasiera batean, xurgapen handiko anatomietarako.
c) kV baxuak kontraste handiagoa emango du irudian.
d) kV baxuak dosi txikiagoak ekarriko ditu pazienteengan.

239. Adierazi erantzun OKERRA mamografian konpresio-sistemen erabilerari buruz:

a) Irudiaren kontrastea hobetzen du.
b) Tentsio baxuagoa erabiltzeko aukera ematen du.
c) Pazienteak jasotzen duen dosia murrizten du.
d) Balizko patologien detekzioa zailtzen du.

240. Adierazi erantzun OKERRA RX ekipo mugikorren ezaugarriei buruz:

a) Elektrizitate-hornidurako arazoak.
b) Erradiazio-babeseko arazoak.
c) Foku/plaka distantzia doitzeko sinpletasuna.
d) Maiz gertatzen diren desdoitze mekaniko eta elektronikoak.

241. Kontraste iodatuko hodien angiografia-irudi batean, kontrastea injektatu aurretik maskara digitalki kendu bazaio:

a) Hodien pixel-balioa independentea da pazientearen ehunaren kantitatearekiko, ehun horretan txertatuta dauden eremuan.
b) Hodien pixel-balioak mendekotasun lineala du pazientearen ehunaren kantitatearekiko, ehun horretan txertatuta dauden eremuan.
c) Hodien pixel-balioak mendekotasun logaritmikoa du pazientearen ehunaren kantitatearekiko, ehun horretan txertatuta dauden eremuan.
d) Hodien pixel-balioaren mendekotasun lineala edo logaritmikoa ekipoaren prozesadore motaren araberakoa da.

242. Ordenagailu bidezko Tomografia Axialeko (OTA) azterketa bateko kontraste handiko bereizmena handitzeko, zer egin behar da?

a) Kilovoltajea handitu behar da.
b) Pixelaren tamaina handitu behar da.
c) Ikuseremua (FOV) handitu, eta matrizearen tamaina mantendu behar da.
d) Ikuseremua (FOV) mantendu, eta matrizearen tamaina handitu behar da.



243. TC bidezko eskuratze baten mAs balioa bikoiztu eta gainerako parametroak konstante mantenduz gero, zarata kuantikoa σ_{HU} honako faktore honetan murrizten da:

a) 2.
b) 4.
c) $\sqrt{2}$.
d) Ez da aldatzen.

244. Iodo/ehun bigunaren kontrastea maximizatzeko dual-energy CT azterketa batetik eratorritako irudi monoenergetiko birtualetan (VMI), aukeratu beharreko energia optimoa tipikoki tarte honetan dago:

a) $20 - 30$ keV.
b) $40 - 70$ keV.
c) $90 - 120$ keV.
d) $150 - 200$ keV.

245. Tomografia konputarizatuan (TC), iragazitako atzeproiekzioaren (FBP, *filtered back-projection*) algoritmo klasikoak iragazki bat aplikatzea eskatzen du proiekzio-profilari atzeproiekzioaren aurretik. Adierazi zein den baieztapen zuzena iragazki horren izaerari eta funtzioari buruz.

a) Maiztasunaren domeinuan oinarrizko iragazkia $|\nu|$ arrapala-iragazkia da (Ram-Lak ere deitua), eta haren funtzioa da iragazi gabeko atzeproiekzioari berezko zaion maiztasun baxuen gaineko nabarmentze gehiegizkoa konpentsatzea, eta horrela berreraikitako objektuaren geometria zuzena leheneratzea.
b) Arrapala-iragazkiak maiztasun baxuak handitzen ditu, eta altuak indargetzen; horregatik, hura gabe berreraikitako irudiak gehiegizko zarata izango luke maiztasun altuetan.
c) FBPn iragazkia atzeproiekzioaren ondoren aplikatzen zaio berreraikitako 2D irudiari, haren 2D Fourier transformatua arrapala-funtzio erradial batez biderkatuz; lehenago aplikatzeak (1D proiekzioen gainean) geometrikoki okerrak diren irudiak sortuko lituzke.
d) Iragazkiak, hala nola Shepp-Logan, Hann edo kosinua, arrapala-iragazkiaren alternatiba zehatzak dira: geometrian eta espazio-bereizmenean irudi berdinak sortzen dituzte, zarataren eta bereizmenaren arteko konpromisorik gabe.

246. Fotoien kasuan, ingurune kondentsatu (solido edo likido) bateko luzera-unitateko interakzio-probalitateari dagokionez, hauetatik zein da zuzena?

a) Ahultze linealeko koefiziente deitu daiteke.
b) Sekzio efikaz mikroskopikoa bezalakoa da.
c) Talken arteko batez besteko ibilbide librearen baliokidea da.
d) Sekzio efikaz totalarekiko alderantziz proportzionala da.



247. Kanpoko erradioterapiarako tomografia konputarizatuko sistema batean ezaugarri hauetatik zein da desiragarria?

a) Irudi bidezko diagnostikorako ekipoena baino barneko diametro handiagoa.
b) Gelan laserrak, laser sagital mugikor bat barne.
c) Mahai laua, tratamenduko posizioa erreproduzitzeko.
d) Aurreko guztiak zuzenak dira.

248. IAEA RS-G-1.9 gidaliburuak (*Categorization of Radioactive Sources*) iturri erradioaktibo zigilatuak 1-5 kategorietan sailkatzen ditu erradiazio-arrisku potentzialaren arabera. 1. kategoria honi dagokio:

a) Arrisku oso txikiko iturriak (nekez eragingo dute lesiorik).
b) Arrisku oso handiko iturriak (minutuko esposizioek heriotzak eragin ditzakete).
c) Ospitaleetako iturri mediko estandarrak.
d) Laborategiko kalibrazio-iturriak.

249. Bi hamarren-balioko lodierari baliokide den indargetzaile batek sortaren intentsitatea honako faktore honetan murrizten du:

a) 20.
b) 4.
c) 15.
d) 100.

250. Hezurraren dentsitometrian X izpien xurgapen-neurketa bikoitzaren bidez (DXA/DEXA), hezurraren mineral-dentsitatearen zenbatespena honetan oinarritzen da:

a) X izpien energia bakarreko irudi baten eskuratzea eta erradiografia konbentzional batekiko zuzeneko konparazioa.
b) Hezur-bolumenaren berreraikuntza tomografikoa, g/cm^3-tan benetako mineral-dentsitatea lortzeko.
c) X izpien bi espektrorekin eskuratzea, hezurraren eta zati bigunen indargetzearen energiarekiko mendekotasun ezberdina baliatuz.
d) Hezurraren jarduera metabolikoaren zuzeneko neurketa erradiofarmako baten bilketaren bidez.

251. Tc-99m-rako NaI(Tl) kristala duen gamma-ganbera planar moderno baten berezko espazio-bereizmen tipikoa (FWHM, kolimagailurik gabe) gutxi gorabehera honakoa da:

a) $0{,}5 - 1{,}0$ mm.
b) $3{,}5 - 4{,}5$ mm.
c) $10 - 15{,}0$ mm.
d) $25 - 30{,}0$ mm.



252. Esposizio istripuzkoei edo nahi gabekoei dagokienez, zer betebehar dagokio osasun-zentroaren titularrari 601/2019 Errege Dekretuaren arabera?

a) Pazienteari kalte kliniko baieztatua eragin dioten gertakariak soilik erregistratzea eta Segurtasun Nuklearreko Kontseiluari jakinaraztea.
b) Praktikaren arrisku erradiologikoarekiko proportzionala den erregistro- eta analisi-sistema bat ezartzea, esposizio mediko istripuzkoak edo nahi gabekoak dakartzaten edo ekar ditzaketen gertakarietarako.
c) Dosimetria-gertakari guztiak pazienteari jakinaraztea, baina osasun-agintaritzari diagnostikoko erreferentzia-mailak gainditzen dituztenak soilik adieraztea.
d) Ospitaleko Erradiofisikako espezialistari eskuordetzea gertakari esanguratsuen adierazpena eta zuzenketa-neurrien hartzea.

253. AAPM-ren "Functionality and operation of fluoroscopic automatic brightness control/automatic dose rate control logic in modern cardiovascular and interventional angiography systems" (report no. 125) dokumentuaren arabera, c erako arkuko fluoroskopia-ekipo batean, iturriaren eta detektagailuaren arteko tartea 45 cm baino handiagoa bada, hauetatik zein da zuzena pazientea sartzen deneko gehieneko dosi-tasari dagokionez?

a) Aireko gehieneko kerma-tasa neurtzeko puntua mahaiaren gainetik 1 cm-ra dago.
b) Aireko gehieneko kerma-tasa neurtzeko puntua irudia hartzeko sistemaren sarrerako azaleratik 30 cm-ra dago.
c) Aireko gehieneko kerma-tasa neurtzeko puntua iturriaren eta larruazalaren arteko gutxieneko distantzian dago.
d) Aireko gehieneko kerma-tasa neurtzeko puntua mahaiaren gainetik 30 cm-ra dago.

254. AAPM Report No. 116 dokumentuaren arabera (*An Exposure Indicator for Digital Radiography*), detektagailu digital baten esposizio-adierazlea egiaztatzeko erabiltzen den X izpien sortaren baldintza estandarra honela ezaugarritu behar da:

a) 70 kVp inguruko sorta bat, 6,8 mm Al-eko geruza batekin.
b) RQR5 sorta bat, iragazketa gehigarririk gabea, hodiaren tentsioaren bidez bakarrik definitua.
c) Sorta bat, zeinaren kalitatea fabrikatzailearen eta erabilitako detektagailu digital motaren araberakoa baita.
d) Edozein erreferentziazko erradiografia-kalitateri 1 mm kobre gehituz lortutako sorta bat.

255. SEFM erakundearen *Introducción al Control de Calidad en Radiología Digital* gidaren arabera, panel lauko detektagailudun DR erradiologia digitaleko sistemetan, bihurketa zuzeneko edo zeharkako bihurketako detektagailuetan sailkatzea X izpien energia seinale elektriko bihurtu arteko eraldaketa-prozesuaren araberakoa da. Bihurketa-prozesu horri dagokionez, honako erlazio hauetatik zein da zuzena?

a) Bihurketa zuzena: CsI: Tl edo Gd_2O_2S dirdirategilea fotodiodoei akoplatuta.
b) Zeharkako bihurketa: elektroi/zulo bikoteak sortzen dituen selenio amorfozko geruza.



c) Bihurketa zuzena: material fotoeroalea, selenio amorfoa kasu, pixelen matrize aktibo batekin kontaktuan.
d) Zeharkako bihurketa: irudi latente baten irakurketa laser bidezko ekorketaren bidez.

256. DICOM estandarraren elementuetako bat datuak komunikatzeko eta trukatzeko protokolo bat da. Hauetatik zein ez dago protokolo horren barruan?

a) TCP/IP-n oinarritutako komunikazio-eskema bat.
b) 104 ataka bezalako komunikazio-ataka estandar bat.
c) Klase-zerbitzuaren hornitzaile bat (SCP) eta klase-zerbitzuaren bezero bat (SCU).
d) DICOM irudi bakoitzerako *Application Entity Title* (AE Title) bakar bat.

257. Ultrasoinuek eragindako kabitazio akustikoaren testuinguruan, eta maiztasuna, presio akustikoa, tenperatura eta kabitazio-nukleoen presentzia konstante mantenduz, nola eragiten dio inguruaren biskositateak kabitazio-probabilitateari?

a) Biskositate handiagoak kabitazioa errazten du, burbuilen hazkundea egonkortuz.
b) Biskositate txikiagoak kabitazioa errazten du, disipazio biskotsua murriztuz.
c) Biskositateak ez du eraginik kabitazio akustikoaren atalasean.
d) Biskositateak eragina du soilik uhin ultrasonikoa jarraitua bada, eta ez pultsatua.

258. Adierazi erantzun OKERRA ultrasoinuen abantailei buruz:

a) Irudiaren kalitate ona plano sakonetan eta paziente obesoetan.
b) Kontraindikazioen ia erabateko gabezia.
c) Ekipoen mugikortasuna.
d) Informazio baskularra lortzeko gaitasuna kontrasterik erabili gabe.

259. Adierazi erantzun OKERRA: irudi ekografikoaren eraketan, besteak beste, suposizio eta hurbilketa hauek egiten dira:

a) Detektatutako oihartzun guztiak sorta nagusiaren ardatzean soilik gertatzen dira.
b) US-ek 1540 m/s-ko abiaduraz hedatzen dira ehunean.
c) Ekografoaren monitorean askotariko gris-mailetan irudikatzen den jasotako oihartzunaren anplitudea organo islatzailearen ekogenizitatearen mende dago soilik.
d) Soinuaren indargetzea aldakorra da ehunean uhinak egiten duen ibilbide osoan zehar.

260. Adierazi erantzun OKERRA Erresonantzia magnetikoaren abantailei buruz:

a) Ehun bigunen arteko kontraste handia.
b) Beste irudi-tekniken aldean kostu txikiagoa.
c) Eskuratze multiplanarra.
d) Espazio-bereizmenaren eta denbora-bereizmenaren arteko oreka oso ona azterketa dinamiko eta funtzionaletarako.



261. Adierazi erantzun OKERRA erresonantzia magnetikoko irudi baten potentziazio motei buruz:

a) Zeharkako planoan (x, y) erlaxazioa: T2* potentziazioa.
b) Zeharkako planoan (x, y) erlaxazioa: T2 potentziazioa.
c) Ardatz longitudinalean (z) erlaxazioa: T1 potentziazioa.
d) Ardatz longitudinalean (z) erlaxazioa: DE potentziazioa (dentsitate elektronikoa).

262. Adierazi erantzun OKERRA ultrasoinu-irudia adierazteko moduei buruz:

a) A modua ("Amplitude Mode").
b) B modu estatikoa ("Brightness Mode").
c) C modua ("Contrast Mode").
d) M modua ("Motion Mode").

263. Erresonantzia magnetikoko instalazio batean, B_0 eremu magnetiko estatikoa beti dago presente, ekipoa irudiak eskuratzen ari ez denean ere bai. Imanaren gelan sartutako objektu ferromagnetiko batek translazio-indar bat jasan dezake, eta ekiporantz azeleratu daiteke, jaurtigai-efektua deritzon fenomenoa eraginez. Honako baieztapenetatik, zeinek deskribatzen du zuzen fenomeno hori?

a) Arriskua nagusiki irudien gradienteen intentsitatearen araberakoa da, eta, beraz, eskuratze-sekuentziak aplikatzen ari ez direnean desagertzen da.
b) Arriskua eremu magnetiko estatikoaren eta haren espazio-gradientearen araberakoa da, eta bereziki garrantzitsua da imanaren tunelaren sarreratik gertu.
c) Arriskua maximoa da imanaren isozentroan, han eremu magnetikoa homogeneoagoa delako.
d) Arriskua, batez ere, objektu metalikoan korronte elektrikoak induzitzearekin lotuta dago, ez haren propietate ferromagnetikoekin.

264. Ekografia diagnostikoan, ultrasoinu-sortaren ardatz-bereizmena eta sartze-sakonera transduktorearen eta ingurunearen parametro fisikoen mende daude. Aukeratu maiztasunaren, uhin-luzeraren, indargetzearen eta ardatz-bereizmenaren arteko erlazioari buruzko baieztapen zuzena.

a) Ardatz-bereizmena hobetu egiten da transduktorearen maiztasuna murriztean, uhin-luzera handitzen baita, eta horrek ondoz ondoko egiturak hobeto bereizten uzten baitu.
b) Ardatz-bereizmena pultsuaren espazio-luzeraren erdia da gutxi gorabehera (SPL/2); maiztasuna zenbat eta handiagoa izan, orduan eta uhin-luzera txikiagoa eta, beraz, ardatz-bereizmen hobea, ehunean indargetze handiagoaren truke ($\approx 0{,}5\,\mathrm{dB}\cdot\mathrm{cm}^{-1}\cdot\mathrm{MHz}^{-1}$) eta, beraz, sartze txikiagoaren truke.
c) Ultrasoinuaren indargetzea ehun bigunetan maiztasunarekiko independentea da, eta, beraz, 10 MHz-ko transduktore batek 2 MHz-ko batek duen miaketa-sakonera erabilgarri berdina du.
d) Soinuaren abiadura ehun bigunetan transduktorearen maiztasunaren oso mendekoa da; hitzarmenez $c = 1540\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$ 1 MHz-ekoa dela onartzen da, baina balio hori bikoiztu egiten da 10 MHz-ean.



265. 3 T-ko RM sekuentzia bati lotutako 80 kg-ko paziente bati, hainbat minutuko eskuratzearen ondoren, bero-sentsazio moderatua agertu zaio bularraldean. Adierazi zein magnitude gainditzeak azalduko lukeen ziurrenik ondorio hori, eta zein den haren SI unitate kanonikoa.

a) Eremu estatikoa B_0 — tesla (T).
b) Gradientearen dB/dt — tesla segundoko (T · s^{-1}).
c) SAR (*specific absorption rate*) — watt kilogramoko (W · kg^{-1}).
d) Koefiziente magnetomekanikoa — newton teslako (N · T^{-1}).

266. Tiroidearen bolumena zenbatesteko $V = (\pi/6) \cdot L \cdot W \cdot H$ ($\approx 0{,}524 \cdot L \cdot W \cdot H$) elipsoidearen formula tipikoki honako irudien gainean aplikatzen da:

a) Gamma-ganbera planarra.
b) PET 3D.
c) Ekografia bifokala (longitudinala + zeharkakoa).
d) 3Dko erresonantzia magnetikoa.

267. Irudi medikoak ikusteko mugikorren eta tableten erabilerari dagokionez, zein da baieztapen zuzena?

a) Artikuluak gailu horietarako kalitate-kontroleko irizpide espezifikoak proposatzen ditu, eta monitore diagnostikoekin parekatzen ditu.
b) Gailu horien muga nagusia da espazio-bereizmen txikiagoa dutela monitore medikoekin alderatuta.
c) Irudi-kalitateari buruzko gomendioak aplikatzea arazotsua da, luminantzia kontrolatzeko, GSDF erantzuna kalibratzeko eta inguruko argiztapena kudeatzeko zailtasunengatik.
d) Eskuko gailuak baztertuta geratzen dira, ezin baitituzte irudi medikoak DICOM formatuan erakutsi.

268. Sistema digitaletan esposizioaren kontrol automatikoaren (CAE) funtzionamenduaren egiaztapena honela egiten da:

a) Dentsitate optikoaren (DO) neurketa plaka erradiografikoaren gaineko irudietan.
b) Irudien luminantziaren neurketa monitore diagnostiko batean bistaratzean.
c) Irudi-hartzailean dosiaren zenbatespena, sistemaren esposizio-indizearen bidez.
d) Dosiaren neurketa (ionizazio-ganberarekin edo erdieroale-detektagailuarekin) irudi-hartzailearen posizioan.

269. Honako errege-dekretu hauetatik zeinek ezartzen ditu erradiodiagnostikoko kalitate-irizpideak?

a) 391/2025 Errege Dekretua.
b) 673/2023 Errege Dekretua.
c) 1976/1999 Errege Dekretua.
d) 35/2008 Errege Dekretua.



270. 1976/1999 Errege Dekretua kontuan hartuta, adierazi honako alderdi hauetatik zein EZ den jasotzen erradiodiagnostikoko unitate asistentzialen kalitate-bermeko programaren gutxieneko derrigorrezko eduki gisa:

a) Unitatean gerta daitezkeen gertakari edo istripuak erregistratzeko prozedurak, egindako ikerketa eta aplikatutako neurri zuzentzaileak barne.
b) Lan-postuetan eta herritarrentzat irisgarri diren tokietan dauden erradiazio-mailen urteroko egiaztapena.
c) X izpien ekipoa erabiltzeko, erradiazio-babeserako eta etengabeko trebakuntzarako prestakuntza-programa.
d) Osasun-agintaritza eskudunak protokolo erradiologiko estandar bakoitza klinikan aplikatu aurretik baimentzea.

271. Erradiodiagnostiko-unitate bateko kalitatea bermatzeko programaren aldizkako berrikuspenean, ikusten da pazienteen dosiaren batez besteko balio zenbatetsiek gainditu egiten dituztela 1976/1999 Errege Dekretuan (erradiodiagnostikoaren kalitate-irizpideak ezartzen dituena) jasotako erreferentzia-mailak, azterketa jakin batean. Zein litzateke jarduerarik egokiena?

a) Zuzenean Segurtasun Nuklearreko Kontseiluari jakinaraztea, diagnostikoko erreferentzia-mailak gainditzea beti baita jakinarazi beharreko gertakaria.
b) Erabilitako teknika aztertzea, esposizio-parametroak berrikustea eta optimizazio-neurriak baloratzea, helburu diagnostikorako kalitate egokia duen irudia mantenduz.
c) Programaren erreferentzia-mailak unitatean lortutako batez besteko balioekin ordezkatzea, baldin eta horiek denboran zehar egonkorrak eta erreproduzigarriak badira.
d) Protokoloa aldaketarik gabe mantentzea irudi-kalitatea diagnostikoa bada, erreferentzia-mailek ez baitute banakako dosi-mugaren izaerarik.

272. AAPM Report N.º 270 *Display Quality Assurance* txostenean deskribatzen da AAPMren Task Group 18 (TG18) txostenean monitoreen luminantzia-erantzunaren doikuntza egiteko erabilitako metodoak doikuntza horretan erroreak ekar ditzakeela. Hori dela eta, honako honen erabilera gomendatzen du:

a) 11 neurketa-puntuko metodologia bat luminantzia-erantzunaren doikuntza egiteko.
b) 18 neurketa-puntuko metodologia bat luminantzia-erantzunaren doikuntza egiteko modu automatikoan egin daitekeen kasuetan, eta 11 puntukoa eskuz soilik egin daitekeenean.
c) 52 neurketa-puntuko metodologia bat luminantzia-erantzunaren doikuntza egiteko modu automatikoan egin daitekeen kasuetan, eta 18 edo 52 puntukoa (erabiltzailearen aukeran) eskuz soilik egin daitekeenean.
d) 256 neurketa-puntuko metodologia bat, edozein kasutan.

273. AAPM Report 270aren araberako monitore medikoen kalitate-kontrolean, zer erlazio gomendatzen da kontuan hartzea inguruko argiztapenaren eragina ebaluatzeko orduan?

a) Inguruko luminantzia beti monitorearen luminantzia maximoaren berdina izatea.
b) Monitoreak igorritako luminantzia minimoa islatutako inguruko luminantzia baino gutxienez lau aldiz handiagoa izatea.



c) Inguruko iluminantzia beti 5 lux-etik behera mantentzea, pantailan islak saihesteko.
d) Monitorearen luminantzia maximoa islatutako inguruko luminantzia baino gutxienez lau aldiz handiagoa izatea.

274. Erradiodiagnostikoko Kalitate Kontrolerako Espainiako Protokoloaren (PECCRD) 2024ko Berrikuspeneko 1. moduluaren arabera, detektagailuaren EI esposizio-indizearen egiaztapenari buruzko DX13 probari dagokionez, indizea IEC 62494-1:2008 arauarekin bat datorrenean, zein da onarpen-irizpide zuzena ekipoak adierazitako EI-aren doikuntza-kurbarako, airean neurtutako kermaren aurrean?

a) EI-aren eta kermaren arteko doikuntza-kurbaren malda 90 eta 110 artean egon behar da.
b) EI-aren eta kermaren arteko doikuntza-kurbaren malda 95 eta 105 artean egon behar da.
c) Neurtutako puntu batek ere ez du dagokion doitutako baliotik % 5 baino gehiago desbideratu behar.
d) Neurtutako puntu batek ere ez du dagokion doitutako baliotik % 10 baino gehiago desbideratu behar.

275. Erradiodiagnostikoko Kalitate Kontrolerako Espainiako Protokoloaren (PECCRD 2011ko berrikuspena) arabera, irudien baztertze-tasaren aurretiazko analisi batean espero da baztertze-tasa gutxi gorabehera honako balio hauen ingurukoa izatea:

a) $\%\ 2-3$ sistema konbentzionaletan eta $\%\ 6-10$ sistema digitaletan.
b) $\%\ 2-3$ bai sistema konbentzionaletan bai sistema digitaletan.
c) $\%\ 6-10$ sistema konbentzionaletan eta $\%\ 2-3$ sistema digitaletan.
d) Antzeko balioak sistema konbentzionaletan eta digitaletan, beti %1etik beherakoak.

276. Erradiodiagnostikoan Kalitatea Kontrolatzeko Espainiako Protokoloaren arabera (PECCRD, 2011ko berrikuspena), TC020 probarako, tomografia konputarizatuko dosi-indizea (CTDI), zein da $\mathrm{CTDI_{vol}}$-entzat adierazitako muga-balioa 5 urteko pertsona baten abdomeneko erreferentziazko esplorazio batean?

a) $< 60\ \mathrm{mGy}$.
b) $< 35\ \mathrm{mGy}$.
c) $< 25\ \mathrm{mGy}$.
d) $< 10\ \mathrm{mGy}$.

277. Erradiodiagnostikoan Kalitatea Kontrolatzeko Espainiako Protokoloaren arabera (PECCRD 2011ko berrikuspena), mamografia digitaleko ekipoetarako MD021 probari dagokionez (detektagailuaren erantzun-funtzioa), zein irizpide bete behar da hasierako probetan?

a) VMParen eta hodiaren kargaren arteko doikuntzak 0,95etik gorako determinazio-koefizientea izan behar du.
b) Erantzun lineala duten detektagailuetan, VMP/kerma doikuntzak 0,99tik gorako determinazio-koefizientea izan behar du.



c) Erantzun logaritmikoa duten detektagailuetan, doikuntza VMParen eta esposizio-denboraren artean egin behar da.
d) VMParen desbideratzeak erreferentzia-balioarekiko % 20tik beherakoa izan behar du.

278. Erradiodiagnostikoaren Kalitate Kontrolerako Espainiako Protokoloaren arabera (PECCRD 2024ko berrikuspena, 1. modulua —erradiografia digitaleko ekipoen kalitate kontrola—, DX23 proba —CAE-aren hautagailuaren urratseko seinale-gehikuntzaren karakterizazioa—), zein analisi dagokio sentsibilitate-hautagailu bati?

a) EIaren ehuneko diferentzia lortzea hautagailuaren ondoz ondoko bi posizio bakoitzaren artean.
b) EItik abiatuta zenbatetsitako kermaren eta ekipoak adierazitako kerma nominalaren arteko errore erlatiboa kalkulatzea.
c) Esposizio-indizeen zatiduraren eta hautatutako sentsibilitateen zatiduraren arteko errore erlatiboa kalkulatzea.
d) EIaren bariazio-koefizientea kalkulatzea hautagailuaren erdiko posizioarekin egindako hiru esposizio errepikatutan.

279. Erradiodiagnostikoko Kalitate Kontrolaren Espainiako Protokoloaren arabera, PECCRD 2024ko berrikuspena, 1. Modulua (erradiografia digitaleko ekipamenduen kalitate kontrola), MTF bidezko espazio-bereizmenari buruzko DX18 probari dagokionez, zer iraunkortasun-irizpide ezartzen da?

a) Barra-ereduarekin lortutako ikusmen-bereizmena Nyquist-en maiztasunaren % 80 baino handiagoa izatea.
b) $MTF_{\%\,50}$-i dagokion maiztasunaren aldakuntza absolutua $0{,}2\ \mathrm{mm}^{-1}$ baino txikiagoa izatea.
c) $MTF_{\%\,50}$-aren aldakuntza erreferentzia-balioarekiko % 15 baino txikiagoa izatea.
d) Barra-ereduarekin lortutako ikusmen-bereizmena Nyquist-en maiztasunaren % 90 baino handiagoa izatea.

280. Mamografia digitaleko kontrol batean, Erradiodiagnostikoko Kalitate Kontrolerako Espainiako Protokoloaren MD016 proba jarraituz, 2011ko berrikuspena, erreferentziazko PMMA lodiera baterako 13,5**eko kontraste/zarata erlazio (RCR) neurtua lortu da. Neurtutako atalase-lodiera** $0{,}96\ \mu$m **bada eta atalase-lodiera muga onargarria** $1{,}44\ \mu$m **bada, zein da RCRren muga-balioa?**

a) 7,2.
b) 9,0.
c) 11,2.
d) 22,4.



281. Erradiodiagnostikoan Kalitatea Kontrolatzeko Espainiako Protokoloaren arabera, PECCRD 2011ko berrikuspena, MD030 probaren (kontraste/xehetasun-tamaina sentikortasun-atalasea) zein emaitza erabiltzen da MD016 probaren (CAEren konpentsazioa bularraren lodiera eta osaeraren arabera) kontraste/zarata erlazioaren mugako balioa kalkulatzeko?

a) 2 mmko diametroa duen urrezko diskoaren atalase-lodiera.
b) 0,5 mmko diametroa duen urrezko diskoaren atalase-lodiera.
c) 0,25 mmko diametroa duen urrezko diskoaren atalase-lodiera.
d) 0,1 mmko diametroa duen urrezko diskoaren atalase-lodiera.

282. Erradiodiagnostikoko Kalitate Kontrolaren Espainiako Protokoloaren arabera, PECCRD 2011ko berrikuspena, DO001 proban (hezur-dentsitate mineralaren neurketen zehaztasuna), zer tolerantzia ezartzen da hezur-dentsitate mineral ezaguneko fantoma bat erabiltzen denean?

a) $\leq \pm$% 3ko aldea zehaztutako DMOarekiko.
b) $\leq \pm$% 5eko aldea zehaztutako DMOarekiko.
c) $\leq \pm$% 10eko aldea zehaztutako DMOarekiko.
d) $\leq \pm$% 25eko aldea zehaztutako DMOarekiko.

283. Erradiodiagnostikoko Kalitate Kontrolerako Espainiako Protokoloaren arabera (PECCRD 2011ko berrikuspena), aho barneko hortz-ekipoetarako DL001 probaren kasuan (eremuaren tamaina kokatzailearen muturrean), zer kolimagailu mota erabiltzea jotzen da gomendagarritzat?

a) Kolimagailu zirkularrak.
b) Kolimagailu errektangularrak.
c) Iragazketa gehigarria duten kolimagailu zirkularrak.
d) Hartzailearen tamainara doitu daitezkeen kolimagailuak.

284. Erradiodiagnostikoko Kalitate Kontrolerako Espainiako Protokoloaren arabera, PECCRD 2011ko berrikuspena, tomografia konputarizatuko ekipoetarako TC015 probari (CT zenbakiaren espazio-uniformetasuna) dagokionez, zein tolerantzia ezartzen da?

a) $\pm$5 UH baino desbideratze txikiagoak ur-fantoma batean edo material baliokidean.
b) $\pm$10 UH baino desbideratze txikiagoak ur-fantoma batean edo material baliokidean.
c) $\pm$5 UH baino desbideratze txikiagoak pazientean.
d) $\pm$10 UH baino desbideratze txikiagoak pazientean.

285. Erradiodiagnostikoaren Kalitate Kontrolaren Espainiako Protokoloaren arabera, PECCRD 2011ko berrikuspena, erresonantzia magnetikoko ekipoetarako RM004 probari dagokionez (ebakidura-lodiera), benetako balioaren eta balio nominalaren arteko tolerantziak honakoa izan behar du:

a) % 5 edo fabrikatzailearen zehaztapenen arabera.
b) % 10.
c) Fabrikatzailearen zehaztapenak.



d) % 15 edo fabrikatzailearen zehaztapenen arabera.

286. Erradiodiagnostikoko Kalitate Kontrolerako Espainiako Protokoloaren arabera, PECCRD 2011ko berrikuspena, mamografo digital baten MD021 probari (detektagailuaren erantzun-funtzioa) dagokionez, zein da konfigurazio zuzena hura egiteko?

a) Sareta nahitaez jarrita mantenduko da.
b) 5 cm-ko PMMA xafla bat hodiaren irteeratik hurbil jarriz egin daiteke.
c) Konpresorea nahitaez ahalik eta posiziorik altuenean jarrita mantenduko da.
d) 2 mm-ko Al-ezko xafla bat hodiaren irteeratik hurbil jarriz egin daiteke.

287. Erradiodiagnostikoaren Kalitate Kontrolerako Espainiako Protokoloaren arabera, PECCRD 2011ko berrikuspena, MD036 probari dagokionez (batez besteko dosi glandularra) mamografia digitalerako, neurketa dosimetrikoetarako erreferentzia-puntua:

a) Albo aldetik zentratuta eta toraxaren hormari dagokion aldetik 6 cm-ra kokatzen da.
b) Bularra eusten duen oholaren gainetik 6 cm-ra kokatzen da.
c) Detektagailuaren erdigune geometrikoan kokatzen da, toraxaren hormaren ertzetik independenteki.
d) Orpo-efektu txikieneko eremuan kokatzen da, anodo/iragazki konbinazioaren arabera.

288. Erradiodiagnostikoko Kalitate Kontrolerako Protokolo Espainiarraren arabera, PECCRD 2011ko berrikuspena, DL005 probaren kasuan (iragazketa/erdi-balioko geruza) aho barneko hortzetako ekipoetarako, honako hau bete behar da:

a) Erdi-balioko geruza $\geq$ 2,5 mm Al izatea.
b) Tentsio-gailur nominala $\leq$ 70 kV duten ekipoetarako iragazketa osoa $\geq$ 1,5 mm Al izatea.
c) Iragazketa osoa $\geq$ 3,0 mm Al izatea.
d) Tentsio-gailur nominala > 70 kV duten ekipoetarako erdi-balioko geruza $\geq$ 2,5 mm Al izatea.

289. Mamografian erabiltzen diren magnitude dosimetrikoak hauek dira: airean sarrera-gainazalean atzerako sakabanaketarik gabeko kerma (KASE), bularraren sarrera-gainazalean airean atzerako sakabanaketarekin xurgatutako dosia (DSE) eta bularreko batez besteko dosi glandularra (DGM). Lehen bi magnitudeak atzerako sakabanaketa-faktorean (FRD) bakarrik bereizten dira. Mamografian faktore horren batez besteko balioa hauxe da:

a) 1,01.
b) 1,09.
c) 1,30.
d) 1,35.



290. Mamografian, batez besteko dosi glandularra (DGM) $\mathrm{DGM} = g \cdot c \cdot s \cdot K_i$ **formalismoaren bidez zenbatetsi daiteke, non** K_i **bularraren sarrera-gainazalean airean erasotzaile den kerma den,** g **bularreko estandar baterako kerma hori batez besteko dosi glandular bihurtzen duen faktorea den, eta** s **sortaren espektroaren araberako zuzenketa egiten duen, erabilitako anodo/iragazki konbinazioaren arabera. Adierazpen horretan,** c **faktoreak honako hau zuzentzen du:**

a) Pazientearen bularraren eta bular estandarraren arteko glandulartasun-desberdintasunak.
b) Sortaren kalitate espektrala, anodo/iragazki konbinazioaren arabera.
c) Bularrak sortaren sarreraranzko atzera-sakabanaketa.
d) Bularraren konpresoreak eragindako indargetzea.

291. Adierazi erantzun OKERRA erradiodiagnostiko konbentzionaleko pazientearen dosimetriako magnitudeei buruz:

a) Pazientearen sarrera-gainazaleko airean xurgatutako dosiak (DSE) atzerako sakabanaketa-faktorea (FRD) hartzen du kontuan.
b) Airea ez den beste ingurune batean xurgatutako dosiak energia jakin baterako masa-xurgapenaren koefizienteen arteko erlazioa hartzen du kontuan.
c) Dosi/azalera biderkadura (PDA) neurketa egiten den distantziaren mende dago.
d) Sarrerako kerma (ESAK) pazientea bertan egon gabe neurtzen da.

292. RDSR siglek (DICOM eta dosi-kudeaketaren testuinguruan) honi egiten diote erreferentzia:

a) *Radiology Department Study Report*.
b) *Radiation Dose Structured Report*.
c) *Reference Dose Standardized Repository*.
d) *Radiology Data Storage Resource*.

293. Ekipo fluoroskopikoetan pazienteari emandako dosi-tasarako gehienezko balio batzuk ezartzen dira. Bereziki, irudi-eskuratze moduetarako (zinea, DSA, roadmap) eta paziente estandar baterako ($20\ \mathrm{cm}$ **PMMA), balio hori hau da:**

a) $50\ \mathrm{mGy/min}$.
b) $100\ \mathrm{mGy/min}$.
c) $200\ \mathrm{mGy/min}$.
d) Ez dago araudirik/gehienezko baliorik irudi-modu hauetarako.

294. Erradiodiagnostikoan magnitude dosimetriko espezifikoak erabiltzen dira: aire-kerma erasotzailea $K_{a,i}$**, sarrerako gainazaleko aire-kerma** $K_{a,e}$ **eta kerma/azalera biderkadura** P_{KA} **(DAP gisa ere adierazia). Adierazi zein den baieztapen zuzena magnitude horiei eta diagnostikoko dosi xurgatuarekin duten erlazioari buruz.**

a) Aire-kerma erasotzaileak $K_{a,i}$ definizioz pazienteak atzera sakabanatutako erradiazioa berez barne hartzen du, eta, beraz, haren balioa zenbakizko aldetik bat dator sarrerako gainazaleko aire-kermarekin $K_{a,e}$.



b) Kerma/azalera biderkadura P_{KA} sorta primarioaren barruan foku/detektagailu distantziaren mende dago oso, eta, beraz, soilik erreproduzigarria da neurtzen duen transmisio-ganbera beti fokuarekiko erreferentziazko distantzia finko batean kokatuz gero.
c) Kerma/azalera biderkadura P_{KA} ia aldaezina da fokutik dagoen distantziarekiko sorta primarioan zehar (airean indargetzerik ez dagoenean), zeren fokutik urruntzean aire-kerma $1/d^2$ erako murrizten baita, eta sortaren sekzioaren azalera, berriz, d^2 erako handitzen baita, bi efektuek elkar konpentsatuz.
d) Partikula kargatuen oreka elektronikoaren (CPE) baldintzetan eta diagnostikoaren energia tipikoetako fotoientzat ($\approx 30-100$ keV), aireko dosi xurgatua D_{air} zenbakizko aldetik askoz handiagoa da aireko talka-kerma $K_{\text{col,air}}$ baino, bigarren mailako elektroiek balaztatze-erradiazioaren ekoizpen handia eragiten dutelako.

295. Mamografian, esplorazioarekin lotutako arriskua ebaluatzeko erreferentziako magnitude dosimetriko klinikoa batez besteko dosi glandularra da (DGM edo D_g, mean glandular dose). Adierazi zein den baieztapen zuzena haren definizio operatiboari, Dance-en europar protokoloaren araberako kalkuluari eta proiekzioko ohiko magnitude-ordenari buruz.

a) DGM zuzenean cGy-tan neurtzen da bular konprimituaren goiko planoan jarritako ionizazio-ganbera batekin, eta gainazaleko ehun glandularrean xurgatutako dosia adierazten du.
b) DGM honela kalkulatzen da: $\text{DGM} = K_{a,e} \cdot g \cdot c \cdot s$, non $K_{a,e}$ pazientearekin sarrerako gainazalean dagoen aireko kerma den, g bularraren lodiera den, c konposizio glandularra eta s espektroaren faktorea; proiekzio estandar bakoitzeko ohiko balioak $5-10$ mGy dira.
c) DGM honela kalkulatzen da: $\text{DGM} = K_i \cdot g \cdot c \cdot s$, non K_i bularrik gabe neurtutako aireko kerma erasotzailea den (sorta primario askea) bular konprimituaren goiko planoan, eta g, c, s bularraren lodieraren eta konposizioaren eta sortaren espektroaren araberako faktore taulatuak diren; proiekzio estandar bakoitzeko ohiko balioak $\approx 1-3$ mGy dira.
d) DGM bularraren lodieratik eta konposiziotik independentea da; ekipoak aplikatutako kVp-aren eta mAs-aren araberakoa da soilik, eta horrek magnitude "tekniko" hutsa egiten du, Monte Carlo simulaziorik behar gabe.

296. Tomografia konputerizatuan (CT), CTDI_{vol} eta DLP deskribatzaileak eskanerretik modu errutinarioan lortzen dira, baina AAPM TG-204k Size-Specific Dose Estimate (SSDE) sartzen du hobekuntza gisa, paziente indibidualari dagokion dosi-zenbatespena bilatzen denean. SSDEren definizioari eta erabilerari buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena.

a) SSDEk CTDI_{vol} ordezkatzen du eskanerraren X izpien hodia kalibratzeko erreferentziazko magnitude dosimetriko gisa, eta zuzenean 32 cmko diametroko PMMAzko fantoma zilindriko batekin neurtzen da.
b) SSDE $\text{SSDE} = f_{\text{size}} \cdot \text{CTDI}_{\text{vol}}$ gisa lortzen da, non f_{size} pazientearen tamaina eraginkorraren araberako bihurketa-faktore adimentsional tabulatua den; SSDEk eskaneatutako tartearen erdialdean batez besteko dosi xurgatua zenbatesten du, eta ez da dosi eraginkorra.



c) SSDE bat dator pazientearen E dosi eraginkorrarekin 16 cmko fantoma erabiltzen denean; 32 cmko fantomarekin, gainera, ICRP 103ko w_T faktoreak aplikatu behar dira.
d) SSDE $\mathrm{SSDE} = \mathrm{DLP} \cdot k$ gisa kalkulatzen da, heldu-toraxerako $k = 0{,}014\,\mathrm{mSv} \cdot \mathrm{mGy}^{-1} \cdot \mathrm{cm}^{-1}$rekin, eta zuzenean pazientearen dosi eraginkorra ematen du.

297. Erradiodiagnostikoko pazienteen dosimetrian, magnitude espezifikoak erabiltzen dira emandako dosia karakterizatzeko modalitatearen arabera (erradiografia/grafia orokorra, fluoroskopia/interbentzionismoa, mamografia, tomografia konputarizatua). Adierazi zein den baieztapen zuzena magnitude horiei eta haien unitateei buruz, ICRU 74 eta ICRP 135en arabera.

a) Kerma/azalera biderkadura (PKA, DAP ere deitua) honela definitzen da: pazientearen sarrera-planoko airean dagoen kerma bider pazientearen irteeran (irudian) sortaren gainazala; eta haren ohiko SI unitatea $\mathrm{Gy} \cdot \mathrm{cm}^2$ da.
b) Tomografia konputarizatuan (TC), CTDIvol eta DLP magnitude baliokideak dira, eta unitate berberetan adierazten dira (mGy); beraz, bata bestearen ordez erabil daitezke.
c) Mamografian, arriskua ebaluatzeko erreferentziazko magnitude dosimetrikoa kasetean sarrera-gainazaleko dosia (ESD) da, mGy-tan adierazia.
d) Kerma/azalera biderkadura (PKA edo DAP) sortaren azaleran batezbestekotutako aire-kerma da, sortaren ardatzean zehar fokuarekiko distantziarekiko aldaezina izateko propietatea duena, eta ohikoa da $\mathrm{Gy} \cdot \mathrm{cm}^2$ (edo $\mathrm{cGy} \cdot \mathrm{cm}^2$, $\mu\mathrm{Gy} \cdot \mathrm{m}^2$) unitateetan adieraztea.

298. Tomografia konputarizatuan, adierazi magnitude - unitate bikoteetatik zein den zuzena ICRU 74 eta ICRP 135en arabera.

a) CTDI_{vol} — $\mathrm{mGy} \cdot \mathrm{cm}$; DLP — $\mathrm{mGy} \cdot \mathrm{cm}$.
b) CTDI_{vol} — mGy; DLP — $\mathrm{mGy} \cdot \mathrm{cm}$.
c) CTDI_{vol} — $\mathrm{Gy} \cdot \mathrm{cm}^2$; DLP — $\mathrm{Gy} \cdot \mathrm{cm}^2$.
d) CTDI_{vol} — mSv; DLP — $\mathrm{mSv} \cdot \mathrm{cm}$.

299. Tomografia konputarizatuan CTDI neurtzeko erabiltzen den arkatz motako ionizazio-ganbera bat L_{act} luzera aktiboarekin eraikitzen da. Zein da L_{act}-ren ohiko balioa TC konbentzionalean eta zein erlazio fisikok justifikatzen du aukera hori?

a) $L_{\mathrm{act}} = 10\,\mathrm{mm}$; eskuragarri dagoen ebaki finenaren lodiera nominalarekin bat dator.
b) $L_{\mathrm{act}} = 32\,\mathrm{cm}$; PMMAzko gorputz-fantomaren diametroarekin bat dator.
c) $L_{\mathrm{act}} = 100\,\mathrm{mm}$; CTDI_{100}-n erabilitako dosi-profila integratzeko aukera ematen du.
d) $L_{\mathrm{act}} = 16\,\mathrm{cm}$; PMMAzko buru-fantomaren diametroarekin bat dator.

300. Erradiologia konbentzionaleko ekipoetan erabiltzen den dosi/azalera biderkadurari (PDA) dagokionez, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) Fluoroskopia-ekipoetan soilik du baliagarritasuna, ez ohiko erradiografian.
b) Uretan xurgatutako dosiaren eta erradiatutako azaleraren arteko biderkadura gisa definitzen da.



c) Lehen hurbilketan, neurketa-planoarekiko distantziarekiko independentea da, sortaren indargetzerik ez badago.
d) X izpien ekipoaren kolimagailutik 45 cm-ra zehaztu behar da beti.

301. Erradiodiagnostikoan dosi-erreferentziako mailak ezartzeko, ekipo edo instalazio bakoitzak bere dosi-datuak magnitude adierazgarri baten bidez laburbildu behar ditu. Zer estatistiko erabili ohi da prozedura baten dosien tokiko banaketa karakterizatzeko?

a) Batez besteko aritmetikoa.
b) Mediana.
c) Moda.
d) 75. pertzentila.

302. Helduen hemodinamika-gela batean, gidatzeko fluoroskopia pultsatuan (ez zineangiografia-eskuratzean), dosia optimizatzeko ohiko neurri bat ataza klinikoarekin bateragarria den irudi-tasarik txikiena erabiltzea da. Zein tasa gomendatzen da tipikoki balio baxu/optimizatu gisa?

a) 30 ips.
b) 25 ips.
c) 15 ips.
d) 7,5 ips.

303. ICRP N. 135 *Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging* argitalpenean Erreferentzia Mailen (DRL) 4 mota definitzen dira, baita haiek lortzeko modua eta erabilera/aplikazio eremua ere. "Balio tipikoak" honela lortzen dira:

a) X izpien gela indibidualetako medianen hirugarren kuartila.
b) Banaketaren mediana, ez baitago hirugarren kuartila erabiltzeko nahikoa datu.
c) X izpien gela indibidualetako edo balio nazionaletako medianen hirugarren kuartila.
d) Balio nazionalen banaketaren mediana.

304. ICRP Publication 135 argitalpenaren arabera, *Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging* izenburua duena, erreferentziako maila diagnostikoak (NRD), ingelesez *Diagnostic Reference Levels* (DRL), honela definitzen dira:

a) Banakako pazienteei aplikatzeko dosi-mugak miaketa diagnostiko eta interbentzionistetan.
b) Gainditu behar ez diren dosi-murrizketak, espezialista arduradunaren berariazko baimenik gabe.
c) Atalaseko erreferentzia-balioak, praktika klinikoa berrikusi eta optimizazioan laguntzeko, erabilitako erradiazio kantitateak ezohiko handiak edo txikiak direnean.
d) Dosi eraginkorraren balioak, pazientearen banakako arriskua zenbatesteko miaketa mediko baten ondoren kalkulatuak.



305. ICRP 135 Argitalpenaren arabera, erreferentziazko maila diagnostikoei buruz, zein da prozedura erradiologikoetarako Erreferentziazko Maila Diagnostiko (NRD edo *Diagnostic Reference Levels* DRL) nazionalak nola ezarri behar diren ondoen deskribatzen duen baieztapena?

a) Azterketako paziente guztietan lortutako banakako dosi eraginkorren batez besteko aritmetiko gisa.
b) hainbat instalaziotan lortutako magnitude dosimetriko egoki baten medianen banaketaren 75. pertzentil gisa.
c) Dagoeneko argitaratutako NRD eskualdeko edo nazioarteko balioetatik adostutako balio gisa, herrialdean erabilitako ekipamendu motara eta protokoloetara egokituta.
d) Tokiko medianen banaketa nazionalaren mediana gisa.

306. Erradiodiagnostiko interbentzionistan edo TCan pazienteen dosi-jarraipenerako ospitale-programa batean, zein DICOM objektu dago lotuagoa informazio dosimetrikoaren erregistro egituratuarekin?

a) Modality Performed Procedure Step (MPPS), prozedura baten exekuzioa erregistratzeko aukera ematen duelako, eta eskurapenaren informazio teknikoa eduki dezakeelako, eta, beraz, jarraipen dosimetriko egituraturako objektu nagusia osatzen du.
b) Radiation Dose Structured Report (RDSR), erradiazio ionizatzailedun irudi-prozedurei lotutako informazio dosimetrikoa modu egituratuan dokumentatzeko aukera ematen duelako.
c) DICOM Structured Report generikoa, DICOM txosten egituratu guztiek eduki normalizatu bera dutelako, eta TC, fluoroskopia edo mamografian dosia erregistratzeko bereizi gabe erabil daitezkeelako.
d) Storage Commitment, irudiak eta haien metadatu dosimetrikoak PACSn gorde direla bermatzen duelako, prozeduraren dosi-adierazleak modu normalizatuan barne hartuta.

307. Zeintzuk dira medikuntza nuklearreko ohiko terapia <u>metabolikoan</u> erabiltzen diren isotopo erradioaktiboen (erradiofarmako terapeutikoen) ezaugarri nagusiak?

a) Beta igorleak izatea eta erdi-desintegrazio periodo ertain edo luzea izatea (egunak edo asteak).
b) Beta igorleak izatea eta erdi-desintegrazio periodo oso laburra izatea (minutuak).
c) Gamma igorleak izatea eta erdi-desintegrazio periodo laburra izatea.
d) Gamma igorleak izatea eta erdi-desintegrazio periodo luzea izatea.

308. Positroi baten eta geldirik dagoen elektroi baten arteko suntsiketa tipikoan, hauek igortzen dira:

a) 1,022 MeV-ko fotoi bakarra.
b) 511 keV-ko bi fotoi.
c) 340 keV-na dituzten hiru fotoi.
d) Bigarren mailako elektroi bat eta positroi bat.



309. O-15ak igorritako positroiek egiten duten gehienezko distantzia, espazio-bereizmenean eragina izango duena, gutxi gorabehera honakoa da:

a) 1 mm.
b) 4 mm.
c) 8 mm.
d) 16 mm.

310. Medikuntza nuklearreko SPECT irudietan zabalduen dagoen berreskuratze-iragazkia honako hau da:

a) Shepp-Logan.
b) Parzen.
c) Metz.
d) Butterworth.

311. PETen, positroiaren ibilbideak, suntsitu aurretik, espazio-bereizmenaren behemuga fisikoari ekarpena egiten dio. Adierazi zein den baieztapen zuzena maiz erabiltzen diren bi PET erradionukleido alderatzean, ^{18}F ($E_{\beta^+,\max} \approx 0{,}635$ MeV) eta ^{82}Rb ($E_{\beta^+,\max} \approx 3{,}4$ MeV).

a) ^{18}F eta ^{82}Rb erradionukleidoek uretan batez besteko positroi-ibilbide bera dute, suntsiketa beti desintegrazio-puntuan gertatzen baita.
b) ^{82}Rb erradionukleidoak ^{18}F baino positroi-ibilbidearengatiko berezko espazio-bereizmen hobea du, β^+ erradionukleidoaren energia handiagoak denbora-unitateko suntsiketa kopuru handiagoa sortzen duelako.
c) ^{18}F erradionukleidoak uretan $0{,}5 - 0{,}6$ mm ordenako batez besteko positroi-ibilbidea du, eta ^{82}Rb erradionukleidoak, berriz, milimetro batzuetako ordenako batez besteko ibilbidea, eta horrek berezko espazio-bereizmena nabarmen hondatzen du.
d) Positroiaren ibilbidea ingurunearen dentsitatearen mende dago soilik, eta ez β^+ positroiaren hasierako energia zinetikoaren mende.

312. Medikuntza nuklearrean, erradiofarmako diagnostiko baten aukeraketa erradionuklidoaren eta molekula garraiatzailearen araberakoa da. Zein da harreman hori deskribatzen duen baieztapena?

a) Erradionuklidoak soilik zehazten du erradiofarmakoaren biobanaketa, eta molekula garraiatzaileak igorritako fotoien energia bakarrik aldatzen du.
b) Molekula garraiatzaileak nagusiki baldintzatzen du erradiofarmakoaren kokapen biologikoa, eta erradionuklidoak bere igorpen- eta detekzio-ezaugarri fisikoak zehazten ditu.
c) Molekula garraiatzailea bere egonkortasun kimikoagatik soilik aukeratzen da, erradiofarmakoaren ehunetako bereganatzea funtsean erradionuklidoak igorritako energiaren araberakoa baita.
d) Erradionuklidoa eta molekula garraiatzailea modu independentean aukeratzen dira, erradionuklidoaren ezaugarri fisikoek ez baitute erradiofarmakoaren erabilgarritasun diagnostikoa baldintzatzen.



313. Medikuntza nuklearrean erabilera terapeutikoa duten erradionukleidoei eta haien propietate fisikoen, zinetika biologikoaren eta organismoan duten banaketaren arteko erlazioari buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) ^{131}I, tiroidearen minbizi diferentziatuaren tratamendurako sodio ioduro gisa administratzen dena, terapeutikoki 364 keV-ko gamma igorpenagatik aritzen da, eta haren β^- igorpenak ez du garrantzi klinikorik.
b) ^{90}Y, β^- igorle ia purua, ehunean duen irismen handiari esker, tratamenduaren ondoko irudia gamma-ganbera konbentzionalarekin zuzenean lortzeko aukera ematen du.
c) ^{223}Ra-Cl_2 hezur-lesio blastikoetan kontzentratzen da, eta dosia lokalki uzten du, irismen txikiko β^- igorlea delako.
d) ^{177}Lu-DOTATATEk β^- igorpen terapeutikoa irudikagarriak diren gamma fotoiekin konbinatzen du, eta horrek tratamenduaren ondoko irudia egiteko aukera ematen du, adibidez SPECT bidez, atzemate-maila egiaztatzeko eta dosimetria indibidualizatuari laguntzeko.

314. Honako isotopo erradioaktibo hauetatik, zein da positroi bat igorriz desintegratzen ez dena eta, beraz, PET tomografo batean irudia egiteko erabili EZIN dena?

a) F-18.
b) Ga-67.
c) O-15.
d) Y-90.

315. 3D moduan dabilen PET ekipo batean, hau da, plano arteko septarik gabeko bilketarekin, sentikortasuna handitzen da, baina baita sakabanatutako kointzidentzien onarpena ere. Baldintza kliniko tipikoetan, espero daitekeen sakabanaketa-frakzioa honako ordena honetakoa da:

a) $\sim \%\, 1$.
b) $\sim \%\, 10 - 15$.
c) $\sim \%\, 30 - 50$.
d) $> \%\, 90$.

316. Paralaje-errorea (parallax) PETean ezagutzen den efektua da, eta honakoa hondatzen du:

a) Espazio-bereizmena.
b) Energia-bereizmena.
c) Denbora-bereizmena.
d) Sentikortasuna.

317. ICRP84 (haurdunaldia eta erradiazio medikoa) argitalpenarekin bat etorriz, medikuntza nuklearrean teknezio-99m elementuarekin egindako azterketa diagnostikoei dagokienez, hauetatik zein da zuzena?

a) Dosi fetalaren kalkulua kontu handiz egin beharko da beti.
b) Normalean, ez da dosi fetala kalkulatu beharko.
c) Pazienteak hala eskatzen duenean soilik kalkulatuko da dosi fetala.



d) Dosi fetala ez da kalkulatu beharko haurdunaldiaren 26. astetik aurrera.

318. Medikuntza nuklear diagnostikoan, erradiofarmako bat administratu ondoren lortzen den irudia batez ere honela ezaugarritzen da:

a) Erradiofarmakoak kontraste-agente erradiologiko gisa jokatzen du, eta X izpien indargetzea aldatzen du pazientea zeharkatzean.
b) Erradiofarmakoa prozesu fisiologiko, metaboliko edo molekularren arabera banatzen da, eta aztertutako organoaren edo ehunaren informazio funtzionala lortzeko aukera ematen du.
c) Erradiofarmakoa pazientearen erradiazio sakabanatua selektiboki xurgatzeko administratzen da, eta horrela irudiaren kontraste anatomikoa hobetzeko.
d) Erradiofarmakoak irudiaren bereizmen anatomikoa handitzeko soilik balio du, ehunaren funtzioari buruzko informaziorik eman gabe.

319. Medikuntza nuklearreko instalazio erradioaktibo bat (I-131-ekin terapia metabolikoa, gammagrafia) Espainian araubide administratibo honi dago lotuta:

a) Ministerioari jakinarazpen hutsa.
b) Deklarazioa eta erregistroa.
c) CCAA edo MITECOren aurretiazko baimena, CSNren txostenarekin.
d) Ez du izapide administratiborik behar.

320. Medikuntza nuklearraren oinarri fisiko eta klinikoei buruz, irudi-diagnostikorako modalitateak (gammagrafia planarra, SPECT, PET) eta erradionukleido ez-kapsulatuekiko terapia batera kontuan hartuta, adierazi zein den baieztapen zuzena.

a) PETean, $511\,\text{keV}$ suntsiketako bi fotoiak kointzidentzian detektatzen dira erradionukleido igorlearen β^- desintegrazio batetik datozelako (adib. ^{18}F), eta horrela desintegrazioaren tokia erantzun-lerroaren (LOR) jatorri geometrikoarekin bat dator.
b) Diagnostikorako erradionukleido bat (adib. ^{99m}Tc) terapia metabolikorako batenarekin (adib. ^{131}I, ^{177}Lu, ^{223}Ra) alderatuta, funtsean, igorritako γ fotoiaren energian oinarritzen da hautatzea: zenbat eta energetikoagoa izan, orduan eta hobea terapiarako eta okerragoa diagnostikorako.
c) Diagnostikorako γ igorle puruak (edo ia puruak) hobesten dira, energia ertainekoak ($\sim 100 - 200\,\text{keV}$) eta erdibizitza laburrekoak (orduak), eta terapia metabolikorako, berriz, partikula kargatuen igorleak hobesten dira (β^-, α, Auger elektroiak), ehunean irismen laburrekoak, dosia tokian-tokian xedean uzteko.
d) SPECTean, jardueraren kuantifikazio absolutua ($\text{Bq}\cdot\text{mL}^{-1}$) berez errazagoa eta zehatzagoa da PETean baino, gamma-ganberaren kolimazio fisikoak indargetzea, sakabanaketa eta kolimagailuaren sakonera-erantzuna zuzentzeko beharra ezabatzen duelako.



321. Medikuntza nuklearreko instalazioen ezaugarri teknikoei buruz (PET eta SPECT zerbitzuak, erradiofarmazia, ^{131}I-rekin terapia egiteko ospitaleratze-eremuak, hondakinen kudeaketa), adierazi instalazioaren diseinu fisikoari buruzko baieztapen zuzena.

a) PET areto baten egiturazko babes-geruza SPECT areto konbentzional batena baino funtsean modu desberdinean dimentsionatzen da: 511 keV-ren suntsiketa-fotoiek material-lodiera handiagoa eskatzen dute; eta injektatutako pazienteak iturri bolumetriko mugikor gisa jokatzen du, beraz, babes-geruzaren kalkuluak ekipoaz gain pazientea ere kontuan hartu behar du.
b) Medikuntza nuklearreko unitate batean hondakin erradioaktibo solidoak biltegiratzeko, diseinu fisikoa γ fotoiaren aurkako babes-geruzan soilik oinarritzen da; hasierako jarduerak eta erradionukleidoaren erdi-desintegrazio periodoak ez dute eraginik decay-in-storage gelaren dimentsionamenduan.
c) ^{131}I-rekin terapia metabolikoa egiteko ospitaleratze-gela batean, osasun-langileriarentzako dosiari ekarpen nagusia lurrundutako iodoa arnasteagatik gertatzen den barneko kutsadura da, eta, beraz, hormen eta zoruaren egiturazko babes-geruzaren diseinuak bigarren mailako garrantzia du airea ateratzeko sistemaren aldean.
d) ^{18}F ekoizteko ospitaleko ziklotroi baten bunkerraren babes-geruza (protoien $\sim 11-18$ MeV) ekoiztutako ^{18}F-ren suntsiketaren 511 keV-ko γ erradiazioa soilik kontuan hartuta dimentsionatzen da, ziklotroiaren beraren (p,n) erreakzioek sortutako neutroi-eremuaren aurka babestu beharrik gabe.

322. Erradionuklido ez-kapsulatuekin egindako terapiari eta partikula kargatu terapeutikoek ehunean duten irismenari buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena.

a) Alfa-igorleek, hala nola Ra-223 edo Ac-225, zentimetro batzuetako irismena dute ehunean.
b) β^- igorleek milimetroko irismena dute, eta alfa-igorleek, berriz, hamarnaka mikrometrokoa soilik.
c) Auger elektroiek alfa partikulek baino irismen handiagoa dute, beti 1 MeV gainditzen dutelako.
d) Y-90 milimetrotik beherako lesioetan hobesten da, irismen kliniko txikieneko β^- igorlea delako.

323. HVL hormigoian ≈ 41 mm dela 511 keV-an (sorta estuko geometria) eta hondar "buildup" efektua baztertuz, zein da PET paziente batek igorritako 511 keV-ko suntsipen-fotoien dosi-tasa 10^{-3} (3 TVL) transmisio-faktorera murrizteko behar den hormigoi-lodiera gutxi gorabeherakoa, bigarren mailako hesi batean?

a) $\sim 12-15$ cm hormigoi.
b) $\sim 40-45$ cm hormigoi.
c) $\sim 1{,}2-1{,}4$ m hormigoi.
d) ~ 3 m hormigoi.



324. PET instalazio baten egiturazko babes-geruzaren diseinuan, AAPM TG-108 txostenaren arabera (*PET and PET/CT Shielding Requirements*), adierazi zein den baieztapen zuzena Tc-99m-en oinarritutako medikuntza nuklearreko ohiko instalazio bati buruz.

a) Babes-geruza nagusiki PET erradionukleidoak igorritako beta positiboaren energiaren aurka diseinatzen da.
b) Tc-99m-rako ohiko gela baten babes-geruza nahikoa izan ohi da PET instalazio baterako.
c) PETen, babes-geruza 511 keV-ko suntsipen-fotoien aurka diseinatzen da, Tc-99m-renak baino sarkorragoak baitira.
d) PET erradionukleidoen erdibizitza laburrari esker, itxaron-geletan egiturazko babes-geruzarik gabe egin daiteke.

325. Erradiofarmako ez-kapsulatu baten administrazio terapeutikoaren ondoren ingresatutako paziente batengan, gorputz-fluidoekin kutsatuta egon daitekeen oheko arropa hasieran honela kudeatu behar da:

a) Identifikatutako poltsa batean jaso eta leku egoki batean biltegiratuz, jarduera nahikoa apaldu arte.
b) Zuzenean ohiko hondakin solido gisa baztertuz, kontrol gehigarririk gabe.
c) Beti hondakin erradioaktibo gisa etiketatuz, baimendutako enpresa batek berehala erretira dezan.
d) Zuzenean ENRESARA bidaliz, erradionuklidoa eta hondar-jarduera edozein direla ere.

326. Iodo erradioaktiboarekin egindako terapia metabolikoaren testuinguruan, zein da medikuntza nuklearrean erabiltzen den I-131aren ohiko jatorria?

a) Ziklotroi mediko batean ur aberastua erradiatzea, F-18aren ekoizpenean gertatzen den bezala.
b) Ospitalean eskuragarri dagoen sorgailu isotopiko bat.
c) U-235aren fisioa erreaktore nuklear batean.
d) Iodo egonkorraren neutroi bidezko aktibazio zuzena medikuntza nuklearreko zerbitzuan bertan.

327. I-131 isuri baten ondoren, $100\,\mathrm{cm}^2$ko frotis estandarra egin da gela beroko gainazal batean. Frotisa NaI(Tl) dirdirategile-detektagailu kalibratu batean kontatu da, eta $N_{\mathrm{neta}} = 1200\,\mathrm{cps}$-ko zenbaketa-tasa garbia eman du, sistemaren eraginkortasun globala $\varepsilon = 0{,}30$ izanik (zenbaketak desintegrazioko, geometria barne) eta frotisaren transferentzia-faktorea $f_t = 0{,}10$ (frotis estandarrak biltzen duen kontaminazio ez-finkoaren frakzioa). Zein da frotisaren eremuan zenbatetsitako gainazaleko jarduera ez-finkoa?

a) $\approx 0{,}4\,\mathrm{Bq}\cdot\mathrm{cm}^{-2}$.
b) $\approx 4\,\mathrm{Bq}\cdot\mathrm{cm}^{-2}$.
c) $\approx 40\,\mathrm{Bq}\cdot\mathrm{cm}^{-2}$.
d) $\approx 400\,\mathrm{Bq}\cdot\mathrm{cm}^{-2}$.



328. PET tomografo baten bereizmen tomografikoa hobetzen da:

a) Kristal detektagailuaren tamaina murriztean.
b) Detektagailu-eraztunaren diametroa murriztean.
c) Positroiaren irismena murriztean.
d) Erantzun guztiak zuzenak dira.

329. TOF (*Time-of-Flight*) gaitasuna duten PET tomografoek honako ordena honetako denbora-bereizmena dute:

a) 10 ns.
b) 1 ns.
c) 300 – 500 ps.
d) 1 fs.

330. Objektu baten berreraikuntza iteratiboari dagokionez, adierazi erantzun FALTSUA:

a) Berreraikuntza iteratiboan, erradiofarmakoaren banaketa hurrenez hurreneko iterazioetatik abiatuta hurbiltzen da.
b) Algoritmo iteratiboek objektuaren eta detekzio-sistemaren informazioa zenbatetsitako proiekzioen sorreran txertatzeko aukera ematen dute.
c) Proiekzioen azpimultzo ordenatuak erabiliz gero, berreraikuntza-prozesua motelagoa da, baina emaitza bera da.
d) Algoritmo iteratiboek iragazitako atzeproiekzioak baino irudi zehatzagoak ematen dituzte kuantifikaziorako.

331. Zer du xedetzat gammaganbera planar bateko leiho anizkoitzeko erregistro espazialak?

a) Objektu baten irudiak, energia ezberdinak erabilita hartuak, gainjartzen direla egiaztatzea.
b) Objektu baten irudiak, energia ezberdinak erabilita hartuak, gainjartzen ez direla egiaztatzea.
c) Ganberak fotoi-energia ezberdinak erabilita hartutako irudiei koordenatu ezberdinak esleitzeko zer gaitasun duen ebaluatzea.
d) Ganberak energia ezberdineko fotoiak bereizteko zer gaitasun duen ebaluatzea.

332. SPECTeko berreraikuntza tomografikoaren metodoei dagokienez, N iterazio eta M azpimultzoko OSEM metodo bat MLEM metodo baten baliokidea da, honako iterazio kopuru honekin:

a) $N \cdot M / 4$ iterazio.
b) $N \cdot M / 2$ iterazio.
c) $N \cdot M$ iterazio.
d) $2 \cdot N \cdot M$ iterazio.



333. Ga-67-rekin gamma-ganberan egindako neurketetarako energia-leihoak honako hauek dira:

a) 70 keV, 167 keV eta 254 keV.
b) 154 keV, 191 keV eta 247 keV.
c) 94 keV, 184 keV eta 296 keV.
d) 109 keV, 191 keV eta 244 keV.

334. Ebakuntza barneko gamma-zundaren laguntzaz Tc-99m-rekin egindako gongoil zelatariaren biopsian, adierazi zein den baieztapen zuzena haren ezaugarri teknikoei eta kalitate-kontrolei buruz.

a) Kalitate-kontrola egunean behingo proba bat da, Tc-99m iturri batekin kontaketen iraunkortasuna egiaztatzekoa, espazio-bereizmena edo erantzun angeluarra ezaugarritu gabe.
b) Ohiko kontrolean, puntu-iturri batekin sentikortasunaren iraunkortasuna nahikoa da, espazio-bereizmena eta erantzun angeluarra kolimagailuaren diseinuaren mende soilik daudelako, eta erabilerarekin ez direlako aldatzen.
c) Detekzioa hobetzeko, energia-leihoa ahalik eta zabalena izan behar da, hondoaren igoerak ez baitio gongoilaren identifikazioari eragiten.
d) Erabilera klinikoa baino lehen, honako hauek ezaugarritu behar dira: zundaren sentikortasuna, espazio- eta energia-bereizmena, erantzun angeluarra/norabidezkoa eta babes-geruza.

335. Gamma-ganbera planar baterako bereizmen handiko kolimagailua sentikortasun handiko kolimagailuarekin alderatzean, zein da baieztapen zuzena?

a) Bereizmen handiko kolimagailuak zulo laburragoak eta diametro handiagokoak izan ohi ditu.
b) Sentikortasun handiko kolimagailuak espazio-bereizmena hobetzen du, baina kontaketa kopurua murrizten da.
c) Bereizmen handiko kolimagailuak zulo luzeagoak eta/edo diametro txikiagokoak izan ohi ditu, baina sentikortasuna murrizten da.
d) Bi kolimagailuek geometria bera dute, eta septoen materialagatik soilik bereizten dira.

336. Y-90 bezalako β^- igorle puru baten aktibimetroaren kalibrazioari buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena.

a) Energia handiko β^- igortzen duenez, aktibimetroaren erantzuna ez dago erabilitako edukiontziaren menpe.
b) Y-90aren neurketa bremsstrahlung-aren eta edukiontziaren menpe dago, eta, beraz, kalibrazio-faktore espezifikoa behar du.
c) Y-90 ezin da ohiko aktibimetro batekin neurtu, eta beti kanpoko gamma detektagailu bat behar du.
d) Y-90rentzat Tc-99m-rentzat erabiltzen den kalibrazio-doikuntza bera erabil daiteke.



337. Y-90ak igorritako β^- elektroiaren energia maximoa, gutxi gorabehera, hau da:

a) 0,6 MeV.
b) 1,0 MeV.
c) 2,28 MeV.
d) 5,0 MeV.

338. Aplikazio diagnostikoetan erabiltzen den F-18 erradioisotopoak honako propietate hauek ditu:

a) Beta positiboaren bidez desintegratzen da, positroien % 100 sortuz.
b) O-18ra desintegratzen da, eta hori nukleo ezegonkorra da.
c) Elektroi-harrapaketa eta beta positiboaren desintegrazioa haren desintegrazio-eskemaren parte dira, eta bietatik nagusi dena beta positiboaren desintegrazioa da.
d) Erradiazio-babesaren ikuspegitik ezin hobea da, bere erdi-desintegrazio periodoa 10,9 minutukoa baita.

339. Honako erradioisotopo hauetatik zeinek behar du babes-geruzaren material beraren lodiera handiena bere intentsitatea erdira murrizteko?

a) Ra-226.
b) Cs-137.
c) Au-198.
d) Ir-192.

340. Honako erradioisotopo hauetatik, zein ekoizten da ziklotroi batean?

a) Cs-137.
b) F-18.
c) Ir-192.
d) K-40.

341. Zein da, gutxi gorabehera, I-131arentzat 0,5 mm Pb-ko mantal baten indargetze-portzentajea?

a) % 8 baino gutxiago.
b) % 75aren ordenakoa.
c) % 90 eta % 98 artean.
d) % 50aren ordenakoa.

342. F-18ak igorritako positroien gehienezko energia bereizgarria honakoa da:

a) 0,18 MeV.
b) 0,39 MeV.
c) 0,63 MeV.
d) 0,84 MeV.



343. Hezur-metastasien tratamendu paliatiborako, bai Ra-223-Cl_2 bai Sr-89-Cl_2 erabili dira. Adierazi zein den baieztapen zuzena bi erradionukleidoen propietate fisikoak eta erradiobiologikoak alderatzean.

a) Biak β^- igorle puruak dira, $E_{\max}$ antzekoarekin eta ehunean mm-ko irismenarekin, eta horrek azaltzen du hezur-muineko toxikotasun-profil baliokideak izatea.
b) Ra-223 irismen laburreko alfa-igorlea da, eta Sr-89, irismen milimetrikoko β^- igorlea; alde horrek Ra-223-rekin hezur-muinaren irradiazio txikiagoa izaten laguntzen du.
c) Biak α igorleak dira, baina Ra-223-k lau α-igorpeneko katea irekitzen du, eta Sr-89-k bi α-igorpeneko katea, eta horrek justifikatzen du administratutako jarduera tipikoaren 2 faktorea.
d) Sr-89-k Ra-223-k baino afinitate handiagoa du hezur-matrizearekiko, estrontzioa kimikoki kaltzioaren antzekoa delako, eta radioa, berriz, hezur-tropismorik gabeko elementu erradioaktiboa delako.

344. I-131arekin tratatutako tiroideko minbizi bereizituan, normalean tiroidektomiaren ondoren, geratzen den tiroide-ehunaren edo ehun tumoralaren erradioiodo-bilketa askoz txikiagoa izan ohi da hipertiroidismoan baino; izan ere, hipertiroidismoan tiroide-ehun funtzional ugari dago. Testuinguru horretan, zein da I-131aren tiroide-bilketa ondoen deskribatzen duen baieztapena?

a) % 10 eta % 15 artean kokatu ohi da.
b) Normalean % 20 ingurukoa izaten da.
c) Nekez iristen da % 5era.
d) Gutxi gorabehera % 10ekoa izan ohi da.

345. Medikuntza nuklearreko zerbitzu batek ^{131}I ($T_{1/2} = 8{,}02$ egun) duen hondakin-bial bat biltegiratu du, eta haren hasierako jarduera neurtua $A_0 = 4{,}0$ GBq da. Desintegrazio fisikoa soilik aplikatuz (*decay-in-storage*, galera kimiko edo biologikorik gabe), eta hondakina biltegian gutxienez 10 erdibizitza-periodoz mantentzeko ohiko arau fisiko/teknikoa kontuan hartuta, hondakin konbentzional gisa askatzeko aukera ebaluatu aurretik, zein da prozesuaren parametro fisikoei buruzko baieztapen zuzena?

a) $t = 8{,}02$ egun-eko biltegiratze-denbora baten ondoren, hondar-jarduera $A(t) = A_0/e \approx 1{,}47$ GBq da, desintegrazio-konstantea $\lambda = 1/T_{1/2}$ delako.
b) "$10\,T_{1/2}$" arauak jarduera 10^{-10} faktore batez murrizten du, erdibizitza-periodo bakoitzak jarduera 10 aldiz zatitzen duelako.
c) 10 erdibizitza-periodoren ondoren, hondar-jarduera $3{,}9 \times 10^{-3}$ MBq da.
d) Bialerako berunezko babes-geruza egokia ^{131}I(r)en $\beta^-_{\max} \approx 606$ keV energiarako soilik dimentsionatu behar da, lotutako γ erradiazioak (364 keV) ez baitu bialaren beira zeharkatzen, eta ez baitu kanpoko dosian ekarpenik egiten.



346. Medikuntza nuklearreko unitate batean Tc-99m-arekin kutsatutako hondakin solidoak biltegiratzen dira, hondakin konbentzional gisa kudeatu aurretik desintegratzen uzteko. Tc-99m-aren erdibizitza fisikoa 6 ordukoa bada gutxi gorabehera eta 10 erdibizitza inguru biltegiratzeko arau praktikoa aplikatuz gero, zenbat biltegiratze-denbora behar da gutxi gorabehera?

a) 30 h.
b) 120 h.
c) 2,5 egun.
d) 25 egun.

347. Medikuntza nuklearrean erabiltzen den Mo-99/Tc-99m sorgailu batean, Mo-99 sorgailuaren zutabean atxikita geratzen da, eta desintegratzean Tc-99m sortzen du. Eluzioan zehar, gatz-disoluzio bat pasarazten da sortutako Tc-99m pertekneatoa erauzteko, hori baita erradiofarmakoak prestatzeko erabiltzen den erradionukleidoa. Eluzio hau egin ondoren, zer gertatzen da sorgailuan geratzen den Mo-99aren jardueraz?

a) Handitu egiten da Tc-99m erauztearen ondorioz.
b) Sorgailuan atxikita geratzen da, eta bere desintegrazio erradioaktiboaren ondorioz soilik murrizten da.
c) Tc-99m-arekin batera ezabatzen da, eta, beraz, Mo-99aren jarduerak behera egiten du bortizki eluzio bakoitzaren ondoren.
d) Berehala Tc-99m bihurtzen da eluzioaren unean.

348. SEFM-en Protocolo de control de calidad de la instrumentación de medicina nuclear protokoloaren arabera, gamma-ganbera baten uniformetasun intrintsekoa egiaztatzeko ^{99m}Tc-ren puntu-iturri batekin, behar adinako distantziara kokatuta, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) Eskuratzea kolimagailurik gabe egiten da, puntu-iturria zentratuta eta detektagailutik behar bezain urrun dagoela; lortutako irudiaren gainean, uniformetasun integrala eta uniformetasun diferentziala ebaluatzen dira UFOV-an eta CFOV-an.
b) Uniformetasun intrintsekoa energia baxuko eta bereizmen handiko kolimagailuarekin neurtzen da, ^{57}Co-ren iturri lau bat erabiliz, eta FOV osoaren gainean soilik kalkulatzen da.
c) Protokoloak % 0,5 baino txikiagoko uniformetasun integraleko balioak eta % 0,2 baino txikiagoko uniformetasun diferentzialeko balioak eskatzen ditu.
d) Uniformetasun intrintsekoa eta estrintsekoa baliokideak dira, eta, beraz, eskuratzea kolimagailuarekin nahiz kolimagailurik gabe egin daiteke.

349. Ospitaleko Erradiofisikako espezialistari dagokionez, uztailaren 18ko 673/2023 Errege Dekretuak, medikuntza nuklearreko unitate asistentzialen kalitate- eta segurtasun-irizpideak ezartzen dituenak, honako hau ezartzen du:

a) Kasu guztietan, osasun-zentroek Ospitaleko Erradiofisikako espezialista propio bat izan behar dute.



b) Ekipamenduaren kalitate-kontrolaren emaitzak Ospitaleko Erradiofisikako espezialistak ebaluatuko ditu, kalitate- eta segurtasun-bermeko programak ezartzen duen aldizkakotasunarekin.
c) Behar besteko garrantzia duen esku-hartze baten ondoren, ez da beharrezkoa Ospitaleko Erradiofisikako espezialistak ekipoaren egoera egiaztatzea.
d) Ospitaleko Erradiofisikako espezialistak medikuntza nuklearrean erabiltzen den ekipamenduaren egiaztapen oso bat egingo du, gutxienez, sei hilean behin.

350. Medikuntza nuklearreko unitate asistentzialen kalitate- eta segurtasun-irizpideak ezartzen dituen uztailaren 18ko 673/2023 Errege Dekretuaren arabera, gaitasun tomografikoa duten gamma-ganberen kalitate-kontrola honela egin behar da:

a) Unitate asistentzialaren kalitate- eta segurtasun-bermerako programan jasotako protokolo eta prozeduren arabera.
b) Errege dekretuak proba guztietarako zuzenean ezarritako hileroko maiztasunarekin soilik.
c) Matxura edo esku-hartze tekniko esanguratsuaren ondoren bakarrik.
d) Osasun-agintaritza eskudunak eskatzen duenean soilik.

351. Medikuntza nuklearreko unitate asistentzialen kalitate- eta segurtasun-irizpideak ezartzen dituen 2023ko uztailaren 18ko 673/2023 Errege Dekretuaren arabera, erradiofarmakoekin egindako prozedura terapeutikoetan, azken txostenari eransten zaizkion datu dosimetrikoak honako honek hornitzen ditu:

a) Administrazioaren ardura duen medikuak.
b) Ospitaleko Erradiofisikako espezialistak.
c) Instalazioko erradiazio-babesaren arduradunak.
d) Osasun-zentroaren titularrak.

352. AAPM 177 txostenaren eta SEFMren *Protocolo de control de calidad de la instrumentación de medicina nuclear* protokoloaren arabera, gamma-ganberaren bi detektagailuen arteko sentikortasun estrintsekoaren diferentziak hauxe baino txikiagoa izan behar du:

a) % 2.
b) % 5.
c) % 7.
d) % 10.

353. SEFMren *Protocolo de Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear* protokoloaren arabera (2020 Bertsioa), PET tomografoen honako proba hauetatik zein hartzen da osagarritzat eta EZ funtsezkotzat:

a) Sentikortasuna.
b) Energia-bereizmena.
c) Normalizazioa.
d) Uniformetasun tomografikoa.



354. Medikuntza nuklearreko instrumentazioaren kalitatea kontrolatzeko SEFM-ren protokoloari jarraikiz, noiz egin beharko litzateke hegaldi-denbora duen PET-erako bereizmen tenporalaren neurketa?

a) Onartzean, eta sei hilean behin.
b) Onartzean, eta astean behin.
c) Onartzean, eta egunero.
d) Onartzean bakarrik.

355. SEFM-ren *Protocolo Español de Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear* protokoloan, aktibimetroen doitasun-probaren aldakuntza-koefizientearen balio absolutuaren tolerantzia hauxe da:

a) % 1.
b) % 3.
c) % 5.
d) % 10.

356. Zunda kirurgikoen espazio-bereizmenari dagokionez, SEFM-ren *Protocolo Español de Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear* dokumentuak FWHMren (Erdi-altuerako zabalera) ondoko tolerantzia ematen du buruko eta lepoko eskualderako:

a) 5 mm.
b) 10 mm.
c) 15 mm.
d) 25 mm.

357. SEFM-ren *Protocolo Español de Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear* protokoloko gamma-ganbera planarretako pixel-tamainaren probari dagokionez, aukeratu erantzun zuzena:

a) Hiru hilabetean behingo maiztasunarekin egin behar da.
b) Ez da kolimagailu guztietarako egin behar.
c) Balio nominalen eta neurtuen arteko diferentziak ez du % 10 gainditu behar.
d) 256x256 pixeleko matrizerako bakarrik egin behar da.

358. SEFM-ren *Protocolo Español de Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear* protokoloan, gamma-ganbera tomografikoetako biraketa-zentroaren proban, iturri bakoitzeko sinusoide batera egindako doikuntzaren balioarekiko desbideratze maximoak honako balio hau baino txikiagoa izan behar du:

a) 1/4 pixel.
b) 1/2 pixel.
c) 3/4 pixel.
d) 1 pixel.



359. SEFM-ren *Protocolo Español de Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear* protokoloan, ekipo hibridoetan irudien erregistroaren proban, 512×512 matrizea erabiltzen denean, erregistroaren zehaztasunerako tolerantzia-irizpide egokia honako balio honetatik beherakoa da:

a) $\pm 1/4$ pixel (edo ± 1 mm, txikiena dena).
b) $\pm 1/2$ pixel (edo ± 1 mm, txikiena dena).
c) ± 1 pixel (edo ± 1 mm, txikiena dena).
d) ± 2 pixel (edo ± 1 mm, txikiena dena).

360. Aktibimetroei dagokienez, SEFM-ren *Protocolo Español de Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear* protokoloaren arabera (SEFM), zein da baieztapen zuzena?

a) Egonkortasun-proba osagarria da, eta aktibimetroaren konponketa garrantzitsuen ondoren soilik gomendatzen da.
b) Zehaztasun-proba ekipoaren neurketa erreferentzia-iturri baten desintegrazioagatik zuzendutako jarduera kalibratuarekin alderatzean oinarritzen da.
c) Aktibimetroaren doitasuna 137Cs iturri bat behin bakarrik neurtuz eta irakurketa balio nominalarekin alderatuz ebaluatzen da.
d) Jardueran emandako erantzuna eguneroko funtsezko proba da, erabilera klinikoaren aurretik aktibimetroaren hondoa egiaztatzeko.

361. Gamma-ganbera planar baten uniformetasun estrintsekoari dagokionez, SEFM-ren *Protocolo Español de Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear* protokoloaren arabera, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) Kolimagailurik gabe egiten da, kristal-detektagailuaren erantzun intrintsekoa soilik ebaluatzea baitu helburu.
b) Proba osagarria da, eta ekipoaren onarpenean soilik gomendatzen da, ez aldizkako kontroletan.
c) Erabilera klinikotik hurbil dauden baldintzetan ebaluatzen du uniformetasuna, kolimagailua jarrita dagoela.
d) Beti ordezkatzen du espazio-bereizmen estrintsekoaren proba, biek kolimagailuari buruzko informazio bera ematen baitute.

362. PET tomografoetan, SEFM-ren *Protocolo Español de Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear* protokoloaren arabera (SEFM), zein da jarduera-kontzentrazioaren kalibrazioaren helburu nagusia?

a) Egiaztatzea aktibimetroan neurtutako jarduera bat datorrela pazienteari injektatutako jarduerarekin ezarritako tolerantzien barruan.
b) Egiaztatzea berreraikitako jarduera-kontzentrazioa irudian aukeratutako intereseko bolumenarekiko independentea dela.
c) PET sistemak klinikoki erabilitako erradionukleido bakoitzerako detekta dezakeen gutxieneko jarduera ezartzea.
d) Berreraikitako gertaerak irudiko jarduera-kontzentrazioarekin lotzen dituzten faktoreak zehaztea.



363. Himankaren formula enpirikoa da, eta tiroidearen bolumena zenbatesten du honako hauetatik abiatuta:

a) Ultrasoinu-ekipo batean lortutako aurreko eta alboko irudietatik.
b) Gamma-ganberan tiroidearen irudi planar batetik lortutako gainazaletik.
c) PET ekipo batean lortutako 3D iruditik.
d) Erresonantzia magnetiko batean lortutako 3D iruditik.

364. Graves-en gaixotasunaren tratamenduaren kasuan, helburua tiroidearen ablazioa denean agintzen diren dosi xurgatuak honakoak bezain altuak izan daitezke:

a) 50 Gy.
b) 75 Gy.
c) 100 Gy.
d) 200 Gy.

365. Alfa partikulen igorleak dituzten erradiofarmakoekin egindako terapian, gomendatzen da eraginkortasun biologiko erlatiborako balio-tarte hau erabiltzea:

a) 1 eta 2 artean.
b) 3 eta 5 artean.
c) 10 eta 12 artean.
d) 15 eta 20 artean.

366. I-131 bidezko hipertiroidismoaren tratamenduan, guruin tiroideoak xurgatutako dosia hainbat faktoreren araberakoa da; horien artean, erradioiodoa ehun tiroideo funtzionalean atxikita egoten den denbora. Iraupen hori I-131aren desintegrazio fisikoa eta erradioiodoaren garbiketa biologikoa konbinatzen dituen erdibizitza eraginkorraren bidez deskribatzen da. Testuinguru honetan, I-131aren erdibizitza eraginkor tipikoa tiroidean honakoa izan ohi da:

a) 2 egun baino gutxiago.
b) 3 eta 6 egun bitartean.
c) 7 eta 10 egun bitartean.
d) 12 egun baino gehiago.

367. I-131 bidez tratatutako tiroideko minbizi diferentziatua duten pazienteen barne-dosimetrian, jarduera atxikitzen duten eta organismoaren gainerako zatia irradiatzen duten iturri-eskualdeak identifikatzen dira. Honako aukeren artean, zein EZ da erradiazio-iturri eskualdetzat hartzen normalean?

a) Maskuria.
b) Gorputz osoa.
c) Odola.
d) Tiroide-hondarra.



368. I-131 helburu terapeutikoz administratu ondoren, guruin tiroideoko dosi xurgatuaren zenbatespena jasotako jardueran, erradioiodoaren egonaldi-denboran eta tiroidearen masan oinarritzen da gehienetan. Praktika klinikoan, zer motatako eredua erabili ohi da tiroidean I-131aren atxikipena eta ezabaketa deskribatzeko?

a) Ingurune heterogeneoetan Monte Carlo simulazio-eredu bat, paziente bakoitzerako modu errutinarioan erabilia.
b) Konpartimentu bakuneko eredu bat, non tiroide-jarduera modu monoesponentzialean murrizten den erdibizitza eraginkor baten arabera.
c) Eredu bat, soilik erradionukleido seme-alaben kate oso baterako Bateman-en ekuazioan oinarritua.
d) Ehun bigunean Monte Carlo simulazio generiko bat, jasotako jarduera edo erdibizitza eraginkorra neurtu beharrik gabe.

369. ICRU 96 txostenean (dosimetriaren bidez gidatutako erradiofarmakoekin egindako terapiari buruzkoa), gaixotasun makroskopikoa eta mikroskopikoa biltzen dituen tratatu beharreko eskualde bati honela deitzen zaio:

a) Iturri-eskualdea (*Source region*).
b) Tratamendu klinikoko eskualdea (*Clinical treatment region*).
c) Tratamendu dosimetrikoko eskualdea (*Dosimetric treatment region*).
d) Arrisku-eskualdea (*Region at risk*).

370. SEFMren I-131 bidezko hipertiroidismo-tratamenduetan pazienteen dosimetriarako gomendatutako prozeduren arabera, zein da tiroidearen dosi xurgatua zenbatesteko beharrezkoa den parametroa, berez kaptazio-zundarekin lortzen EZ dena eta hobetsiki irudi planarraren bidez zehazten dena?

a) Guruin tiroideoaren masa edo bolumen kaptatzailea.
b) I-131ren energia-leihoko kontaketa-tasa.
c) Administratu osteko une batean tiroideak kaptatutako jarduera.
d) Kaptazio tiroideoaren denborazko jarraipena neurketa errepikatuen bidez.

371. Dosi xurgatu bera izanik alfa partikulen eta protoien artean (atzerakaririk gabekoak), zer erlazio betetzen dute haien dosi baliokideek (H)?

a) $H(\alpha) = H(p)$.
b) $H(\alpha) = 2 \times H(p)$.
c) $H(\alpha) = 10 \times H(p)$.
d) $H(\alpha) = 0{,}5 \times H(p)$.

372. ICRP 103aren arabera, ehun batek alfa partikulen $10\ \mathrm{mGy}$ **jasoz gero, zein izango litzateke ehun horretako dosi baliokidea, gutxi gorabehera?**

a) $10\ \mathrm{mSv}$.
b) $20\ \mathrm{mSv}$.
c) $100\ \mathrm{mSv}$.
d) $200\ \mathrm{mSv}$.



373. Ospitaleko babes erradiologikoan ohikoak diren area-erradiazioko monitoreen eta dosimetro pertsonalen oinarri fisikoei eta prestazioei dagokienez, adierazi zuzena den bakarra.

a) Ionizazio-ganbera presurizatua eta Geiger–Müller kontagailua detektagailu trukagarriak dira inguruneko dosi-tasaren neurketa kuantitatiboa egiteko, biak gasean metatutako fotoiaren energiarekiko proportzionalak baitira.
b) LiF:Mg,Ti-an oinarritutako termoluminiszentzia bidezko dosimetro pertsonala (TLD) ehun bigunaren baliokidea da gutxi gorabehera hamarka keV-tik gorako fotoietarako, eta horri esker Hp(10) dosi baliokide pertsonala zenbatetsi dezake energiarekiko mendekotasun txikiarekin erradiodiagnostikoan eta erradioterapian ohiko erabilera-tartean.
c) Geiger–Müller kontagailua, bere barne-irabazi handia eta denbora hil baztergarria direla eta, detektagailu egokia da azeleragailu kliniko baten buruaren ondoan dosi-tasa altuak neurtzeko irradiazioan zehar.
d) Argazki-pelikulako dosimetroek (film-badge) fotoien eta beta partikulen artean bereizten dute soilik emultsioaren belzte globalaren bidez, dosimetro-euskarrian metalezko iragazkirik behar izan gabe.

374. Esposiziopeko langile batek gorputz osoan 0,1 mGy**-ko dosi uniformea jasoz gero gutxi gorabehera** 1 MeV**-eko neutroi-iturri batetik, eta** 2 mGy-ko **dosia gamma izpietatik, dosi eraginkorra mSv-tan honakoa izango da:**

a) 3.
b) 2,5.
c) 5.
d) 4.

375. Adierazi baieztapen OKERRA E **dosi eraginkorrari buruz:**

a) Ehunen haztapen-balioen (wT) batez bestekoak adinaren eta sexuaren arabera zehazten dira. Beraz, E ez da banako jakin baterako kalkulatzen, baizik eta Erreferentziazko Pertsona baterako.
b) E azterketa epidemiologikoetarako erabiltzen da, adibidez, efektu deterministak eragin ditzaketen istripuen kasuan.
c) E pazienteengan esposizio medikoetarako erabiltzeak muga garrantzitsuak ditu.
d) Erradiazioen efektu estokastikoetarako dosiarekiko atalaserik gabeko erantzun lineala dela onartuz (LNT eredua) dosi baxuen tartean (< 100 mSv) eta kalkuluen baldintza kontzeptualetan, E magnitude gehigarria da.

376. Inguruneko dosi baliokidea, $H^*(d)$**, lerrokatutako erradiazio-eremu baliokideak d sakoneran sortuko lukeen dosi baliokidea da, honetan:**

a) Buruaren fantoma.
b) ICRP esfera.
c) Enborraren fantoma.
d) ICRU esfera.



377. Erradiazio ionizatzailearen erabileran arriskua minimizatzeko printzipioak honako hau dakar (adierazi erantzun OKERRA):

a) Proba bakoitza erabiltzen den egoeren hautaketa zentzuzkoa, hau da, haren justifikazio egokia.
b) Erradiazioaren eraginarekiko kalteberenak diren populazioetan arriskuaren murrizketa lehenestea, hala nola populazio pediatrikoan edo haurdunetan.
c) Erabilitako dosiaren optimizazioa, hala non informazio diagnostiko nahikoa lor daitekeen pazientea beharrik gabe dosi altuegien esposiziora azpiratu gabe.
d) Aurreko hiru erantzunetatik bi soilik dira zuzenak.

378. ICRPk formulatutako erradiazio-babesaren hiru oinarrizko printzipioei (justifikazioa, optimizazioa eta dosi-mugaketa) buruz, adierazi zein den baieztapen zuzen bakarra.

a) Dosi-mugaketaren printzipioa (banakako mugak) ez zaie aplikatzen pazienteen esposizio medikoei; horiek justifikazio- eta optimizazio-printzipioek soilik arautzen dituzte (mugen ordez erreferentzia-maila diagnostikoak erabiliz).
b) Banakako dosia teknikoki lor daitekeen baliorik txikienera murriztean datza optimizazioa (ALARA), faktore ekonomiko eta sozialak kontuan hartu gabe.
c) Esposizio medikoaren justifikazio-printzipioa Ospitaleko Erradiofisikako espezialisten eskumen esklusiboa da, eta paziente bakoitzeko kasuz kasu ebaluatzen da haren historia klinikotik abiatuta.
d) ICRPk gomendatzen dituen esposiziopeko langileentzako dosi eraginkorraren mugak herritar orokorrari aplikatzen zaizkionen berdinak dira (1 mSv/urtean), biak arrisku-koefiziente nominal beretik eratortzen direlako.

379. Erradiazio-babesean, organo edo ehun bateko dosi baliokidea eta dosi eraginkorra esposizio bati lotutako arrisku erradiologikoa adierazteko erabiltzen dira. Magnitude horiei buruz, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) Langilearen gainean jarritako norbanako dosimetro batekin zuzenean neur daitezkeen magnitudeak dira.
b) Oreka elektronikoaren baldintzetan, biak nahitaez bat datoz dosi xurgatuarekin.
c) Babes-magnitudeak edo magnitude mugatzaileak dira, praktikan zuzenean neurgarriak ez direnak, eta modu kontserbadorean zenbatesten dira magnitude eragileen bidez.
d) Magnitude eragileak kalkulatzeko erabiltzen dira, eta magnitude eragileak dira arrisku biologikoa zuzenean adierazten dutenak.

380. Justifikatutako prozedura erradiologiko batean, antzeman da posible dela pazienteari emandako dosia murriztea eskuratze-protokoloa aldatuz, nahiz eta gehiegizko murrizketa batek irudiaren kalitatea okertu eta diagnostikoa arriskuan jarri lezakeen. ALARA irizpidearen arabera, zein litzateke jarduerarik egokiena?

a) Dosia teknikoki ahalik eta gehien murriztea, nahiz eta irudia jada diagnostikoa ez izan.
b) Protokoloa aldaketarik gabe mantentzea, baldin eta dosia legezko mugen azpitik badago.



c) Protokoloa optimizatzea, nahikoa den irudi-kalitatearekin bateragarria den arrazoizko dosirik txikiena lortzeko.
d) Dosia handitzea, eskuragarri dagoen irudi-kalitate maximoa beti bermatzeko.

381. ICRP 103aren arabera, efektu estokastikoetarako eta babes-magnitudeen testuinguruan, ehun berberak *D* dosi xurgatua jasoz gero, baieztapen hauetatik zein da zuzena dosi baliokideari dagokionez?

a) Handiagoa da fotoientzat elektroientzat baino.
b) Handiagoa da fotoientzat protoientzat baino.
c) Berdina da fotoientzat eta elektroientzat.
d) Berdina da fotoientzat eta protoientzat.

382. ICRPren Erradiazio-babesaren Sistemaren Printzipioetatik, zeintzuk aplikatzen dira esposizio medikoaren kasuan?

a) Justifikazioa, optimizazioa eta mugatzea.
b) Justifikazioa eta mugatzea.
c) Justifikazioa eta optimizazioa.
d) Optimizazioa eta mugatzea.

383. ICRP 103 argitalpenaren, Erradiazio-babeserako Nazioarteko Batzordearen 2007ko Gomendioen arabera, zein da batzordeak gomendatzen duen kalteari egokitutako arrisku osoaren koefiziente nominala biztanleria osoarentzat, dosi-tasa baxuko erradiazio-esposizioaren ondorengo efektu estokastikoetarako?

a) $5{,}5 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{Sv}^{-1}$, biztanleria osoan kalteari egokitutako minbizi-arriskuari dagokiona.
b) $7{,}3 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{Sv}^{-1}$, 60, argitalpenean biztanleria osoarentzat erabilitako balio osoari dagokiona.
c) $4{,}2 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{Sv}^{-1}$, helduengan kalteari egokitutako arrisku osoari dagokiona.
d) $5{,}7 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{Sv}^{-1}$, biztanleria osoan kalteari egokitutako arrisku osoari dagokiona.

384. Zein da UNE EN 30012-1 / ISO 10012-1 arauaren helburu nagusia, erradiazio-babesean erabiltzen diren neurketa-ekipoei dagokienez?

a) Neurketa-ekipoen kudeaketa metrologikorako irizpideak ezartzea.
b) Esposiziopeko langileentzako eta herritarrentzako dosi-mugak definitzea.
c) Erradioterapiako azeleragailu linealentzako bunkerren eraikuntza arautzea.
d) Erradioterapiako pazienteengan dosi xurgatua kalkulatzeko protokoloa ezartzea.

385. Osasun-zentro batek bere instalazio erradioaktiboaren aldaketa eskatu badu, ezarritako lege-izapidearen bidez, berriki eskuratutako azeleragailu lineal bat bertan sartzeko, baina oraindik ez badu eskaera horren aldeko ebazpenik lortu:

a) Azeleragailuaren muntaketa egin dezake, baina erradiaziorik igorri gabe.
b) Erradiazioa igor dezake, baina babes-geruzak egiaztatzeko soilik.
c) Oraindik ezin du azeleragailuaren muntaketa egin.



d) Eskaeratik hilabete baino gehiago igaro bada, administrazio-isiltasunaren bidez aldeko ebazpentzat hartzen da, eta pazienteak tratatzen hasi daiteke.

386. Diagnostiko medikoko erradiologia-instalazio batean, langile bat lehen aldiz B kategoriako esposizio profesionalpekotzat sailkatu da 60 urte dituenean, eta egoera berean dirau 65 urterekin erretiratu arte. Indarrean dagoen legediaren arabera:

a) Haren historial dosimetrikoa titularrak artxibatu behar du, gutxienez, 75 urte bete arte edo bete izango lituzkeen arte.
b) Haren historial dosimetrikoa titularrak artxibatu behar du, gutxienez, 95 urte bete arte edo bete izango lituzkeen arte.
c) Haren historial dosimetrikoa titularrak artxibatu behar du, gutxienez, 90 urte bete arte edo bete izango lituzkeen arte.
d) Langileak, B kategoriakoa izanik, ez du zertan historial dosimetrikorik izan.

387. Hauetatik zein hartuko dira hirugarren kategoriako instalazio erradioaktibotzat?

a) Uranioa, torioa eta haien deribatuak ekoizteko lantegiak.
b) Produktu erradioaktiboak biltegiratzen edo erabiltzen dituzten instalazioak, baldin eta salbuetsitakoa baino jarduera handiago eta hura baino 1.000 aldiz txikiago batek esku hartzen badu.
c) Produktu erradioaktiboak biltegiratzen edo erabiltzen dituzten instalazioak, baldin eta salbuetsitakoa baino jarduera handiago batek esku hartzen badu.
d) Produktu erradioaktiboak biltegiratzen edo erabiltzen dituzten instalazioak, baldin eta salbuetsitakoa baino jarduera handiago eta hura baino 100 aldiz txikiago batek esku hartzen badu.

388. Adierazi zein den baieztapen zuzena, 1029/2022 Errege Dekretuak ezartzen duenaren arabera, prestakuntzan dauden pertsonei eta ikasleei dagokienez, baldin eta, ikasketetan zehar, erradiazio-iturriak erabili behar dituztenentzat aurreikusitako xedapenen mende ez badaude:

a) Larruazaleko dosi baliokidearen muga 50 mSv izango da urte ofizialeko.
b) Gorputz-adar bakoitzeko dosi baliokidearen muga 150 mSv izango da urte ofizialeko.
c) Dosi eraginkorraren muga 6 mSv izango da urte ofizialeko.
d) Dosi eraginkorraren muga 100 mSv izango da elkarren segidako bost urte ofizialeko aldi orotan, urte ofizial bakoitzean gehienez 50 mSv dosi eraginkorra izateko baldintzapean.

389. Dosi eraginkorraren urteko muga, 1029/2022 Errege Dekretuaren arabera, herritar batentzat:

a) 20 mSv.
b) 1 mSv.
c) 5 mSv.
d) 2 mSv.



390. 1029/2022 Errege Dekretuaren arabera, abenduaren 20koa, erradiazio ionizatzaileekiko esposiziotik eratorritako arriskuen aurkako osasun-babesari buruzko Erregelamendua onartzen duena, bereziki baimendutako esposizio batean:

a) A kategoriako esposiziopeko langileek soilik parte hartu ahal izango dute, langile haurdunak barne, baldin eta baimen informatua badago.
b) Segurtasun Nuklearreko Kontseiluak baimendu ahal izango ditu, kasu zehatz bakoitzerako, ezarritako dosi eraginkorraren mugatik gorako lanbide-esposizio indibidualak.
c) A eta B kategorietako esposiziopeko langileek parte hartu ahal izango dute, banakako zaintza dosimetrikoa indartua bada.
d) A kategoriako esposiziopeko langileek eta prestakuntzan dauden pertsonek parte hartu ahal izango dute, baldin eta jarduera ez-errepikakorrak eta behar bezala justifikatuak badira.

391. 1085/2009 errege-dekretuaren arabera, TC ekipo bat duen albaitaritza-instalazio bat honako instalazio mota hau da:

a) 1. motakoa.
b) 2. motakoa.
c) 3. motakoa.
d) 4. motakoa.

392. Abenduaren 3ko 1217/2024 Errege Dekretuaren arabera, honako instalazio hauetatik zein sailkatzen da bigarren kategoriako instalazio erradioaktibo gisa?

a) Erradiazio industrialerako iturri erradioaktiboak erabiltzen dituzten instalazioak.
b) 200 kV baino gailur-tentsio handiagoarekin funtziona dezaketen X izpien sorgailu-ekipamenduak erabiltzen dituzten instalazioak.
c) Salbuespen-balioak baino guztizko jarduera handiagoa, baina balio horiek halako mila baino txikiagoa duten erradionukleidoak manipulatzen edo biltegiratzen diren instalazioak.
d) Karga elektrikoak 1 MeV edo hortik beherako energietara azeleratzeko gai diren partikula-azeleragailuak eta ekipamenduak.

393. 2013/59/Euratom Direktibaren arabera, esposizio medikoen arloko dokumentazio-betebeharretako bat hau da:

a) Preskribatzaileak prozeduraren zenbatetsitako dosi eraginkorra eskaeran adieraztea.
b) Erradiologia medikoko prozeduraren txostenak pazientearen esposizioari buruzko informazioa biltzea.
c) Esposizio mediko orori dosi xurgatuaren kalkulu indibidualizatu bat eranstea.
d) Pazientearen dosia diagnostikorako erreferentzia-mailak gainditzen direnean soilik erregistratzea.



394. 2013/59/Euratom Direktibaren arabera, erradiazio-babeseko sistema honako honetan oinarritzen da:

a) Justifikazioa, optimizazioa eta dosi-mugaketa, azken hau plangintzapeko esposizio-egoeretan aplikatuz, baina ez esposizio medikoetan.
b) Justifikazioa, dosi-mugaketa eta zuhurtasuna, dosi-mugak berdin aplikatuz esposizio okupazionaletan, populazionaletan eta medikoetan.
c) Optimizazioa, dosi-murrizketa eta mugaketa, justifikazioa praktika berrietarako soilik eskatuz.
d) Justifikazioa, optimizazioa eta erreferentzia-mailak, hauek dosi-mugak ordezkatuz egoera guztietan.

395. Lanbide-esposizioan kristalinoaren babesari dagokionez, 2013/59/Euratom Direktibak ezartzen du:

a) Muga urteko 20 mSv-tan soilik finkatzen da, beste inolako zenbaketa-modurik kontuan hartu gabe.
b) Muga 100 mSv gisa adieraz daiteke bost urte jarraitutan, betiere urte bakar batean 50 mSv gainditzen ez bada.
c) Muga orokorra urteko 50 mSv da, nahiz eta urteko 20 mSv ez gainditzea gomendatzen den.
d) 100 mSv-ko bosturteko muga A kategoriako langileei soilik aplikatzen zaie, eta ez gainerako esposiziopeko langileei.

396. 2013/59/Euratom Direktibaren arabera, esposizio medikoei dagokienez, zuzena da hau baieztatzea:

a) Banakako esposizio mediko oro aldez aurretik justifikatu behar da, eta, erradiodiagnostikoan, erradiologia interbentzionistan eta plangintza-, gida- edo egiaztapen-prozeduretan, dosiak behar den informazio klinikoa lortzeko arrazoizko mailarik baxuenean mantendu behar dira.
b) Aldez aurreko justifikazioa baheketa-programetarako eta pertsona asintomatikoetan egiten diren prozeduretarako soilik eskatzen da, eta optimizazioa erradioterapiari soilik aplikatzen zaio bete-betean.
c) Esposizio medikoetako optimizazioa pazienteentzako dosi baliokideen mugak errespetatzean oinarritzen da, prozeduraren helburu klinikoa edozein dela ere.
d) Direktibak lortutako informazio diagnostikoari lehentasuna ematen dio optimizazioari buruzko edozein gogoetaren gainetik, prozedura osasun-langileriak aginduz gero.

397. 601/2019 Errege Dekretuaren arabera, ekipo mediko-erradiologikoei dagokienez, zer esku-hartze dagokio Ospitaleko Erradiofisikan espezialistari?

a) Instalazioa administratiboki baimentzea funtzionamenduan jarri aurretik.
b) Funtzionamendu-probak modu sistematikoan egitea eta dosian edo irudiaren kalitatean eragin dezaketen mantentze-lanen ondoren.
c) Erradiodiagnostikoko, medikuntza nuklearreko eta erradioterapiako prozeduren azken txosten klinikoa egitea.
d) Esposizio mediko ororen banakako justifikazioan gaitutako osasun-profesionala ordeztea.



398. 601/2019 Errege Dekretuaren arabera, erradiazio ionizatzaileak erabiltzen dituen prozedura diagnostiko edo terapeutiko batean paziente bat geldiarazi behar denean, zein da arauan aurreikusitakoari ondoen egokitzen zaion jarduketa?

a) Lehentasunez zaintzaileengana joko da, baldin eta argibideak jasoz gero eta babes-material egokia eskura izanez gero.
b) Eutsigailu mekaniko egokiak erabiliko dira, eta, hori ezinezkoa bada, zaintzaileek esku har dezakete, erradioterapian izan ezik, eta beti adingabeak eta haurdunak baztertuz.
c) Geldiaraztea esposiziopeko langileek egin beharko dute, pazienteak borondatez zaintzaile bat izendatzen duenean izan ezik.
d) Zaintzaileek edozein prozeduratan esku har dezakete, baldin eta sorta zuzenaren eraginpean geratzen ez badira eta haien banakako dosia erregistratzen bada.

399. 1217/2024 Errege Dekretuaren arabera, 1,5 MeV**-eko energiara karga elektrikoak azeleratzeko gai den ekipo bat duen osasun-instalazio bat, lehen mailako instalazio erradioaktibo gisa sailkatzeko inguruabarrak bete gabe, honela sailkatuko da:**

a) Bigarren mailako instalazio erradioaktibo gisa, partikula-azeleragailuak eta 1 MeV-etik gorako energietara karga elektrikoak azeleratzeko gai diren ekipoak kategoria horretan sartzen direlako.
b) Hirugarren mailako instalazio erradioaktibo gisa, karga elektrikoak azeleratzeko gai diren ekipoak hirugarren mailakotzat hartzen direlako, betiere erradiazio-sorgailuei aplikatzen zaien 5 kV-eko muga orokorra gainditzen ez badute.
c) Hirugarren mailako instalazio erradioaktibo gisa, 1,5 MeV-eko energiak ez duelako gainditzen osasun-erabilerako ekipo azeleragailuak bigarren mailako partikula-azeleragailuetatik bereizten dituen muga.
d) Hirugarren mailako instalazio erradioaktibo gisa, bigarren mailako sailkapena 200 kV-tik gorako gailur-tentsioa duten X izpien sorgailuentzat erreserbatzen delako, eta ez karga elektrikoen ekipo azeleragailuentzat.

400. 1217/2024 Errege Dekretuaren arabera, erregai nuklearraren zikloaz besteko instalazio erradioaktiboetako operadore- eta gainbegirale-lizentziei dagokienez, zein da zuzena honako baieztapen hauetatik?

a) Instalazio jakin baterako soilik dira baliodunak, eta sei urtean behin berritu behar dira, instalazio nuklearretan gertatzen den bezala.
b) Instalazioaren titularrak emandako lizentziak dira, baina ondoren Segurtasun Nuklearreko Kontseiluari jakinarazi behar zaizkio.
c) Instalazio erradioaktibo medikoetan edozein kalitate-kontrol egiten duen profesional orok derrigorrez izan behar ditu, Ospitaleko Erradiofisikako espezialistak barne.
d) Lizentzia pertsonalak eta besterenezinak dira, aplikazio-eremuaren araberako espezifikoak, hamar urteko baliotasun-eparekin.

401. Nork ematen ditu instalazio erradioaktibo mediko batean operadore edo gainbegirale gisa jarduteko beharrezkoak diren lizentziak, eta gehienez zenbat denboraz dira baliozkoak?

a) Segurtasun Nuklearreko Kontseiluak, 5 urtez.
b) Osasun Ministerioak, 5 urtez.



c) Segurtasun Nuklearreko Kontseiluak, 10 urtez.
d) Osasun Ministerioak, 10 urtez.

402. Instalazio erradioaktibo mediko batean gainbegirale gisa diharduen pertsona baten lizentziaren iraungitze-data hurbil dago. Zenbat denbora lehenago eskatu behar du berriztapena?

a) Iraungipena baino 2 hilabete lehenago.
b) Iraungipena baino 3 hilabete lehenago.
c) Iraungipena baino 4 hilabete lehenago.
d) Iraungipena baino 6 hilabete lehenago.

403. Segurtasun nuklearreko kontseiluak proposatzen dituen araudi, irizpide eta gomendioetatik, eragindako pertsonek zein bete behar dituzte nahitaez?

a) Segurtasun Gidak (SG).
b) Kontseiluaren Jarraibide Teknikoak (JT).
c) Zirkular Teknikoak (ZT).
d) Segurtasun Programak (SP).

404. CSNaren IS-18 instrukzioari jarraikiz, hemoosagai-irradiagailu batean erabilitako Cs-137-ko iturri erradioaktiboa galtzen bada edo lapurtzen badute, zer egin behar da?

a) 24 ordu baino lehen jakinarazi behar da.
b) Berehala jakinarazi behar da.
c) Operazio-liburuan erregistratu behar da, eta 7 egun baino lehenago jakinarazi.
d) Ordubete baino lehen jakinarazi behar zaie CSNari eta irradiagailuaren enpresa hornitzaileari.

405. Segurtasun Nuklearreko Kontseiluaren (CSN) eta Euskal Autonomia Erkidegoaren arteko enkomendio-akordioaren arabera, zer-nolako jarduerak egin ditzake Autonomia Erkidegoak enkomendio horren esparruan?

a) CSNaren eskumeneko gaietan izaera material, tekniko edo zerbitzuzko jarduerak.
b) Instalazio erradioaktiboak baimentzeko espedienteen ebazpena.
c) Segurtasun nuklearraren arloan jarraibide tekniko propioak onartzea.
d) Instalazio erradioaktiboetako operadore- eta gainbegirale-lizentziak ematea.

406. Segurtasun Nuklearreko Kontseiluaren IS-16aren arabera, brakiterapiako inplante iraunkorren kasuan, inplantatutako iturrien kopuruaren eta jardueraren erregistroak eta inplanteen datak honela gorde beharko dira:

a) Gutxienez 5 urtez inplantearen egunetik aurrera, instalazio erradioaktiboaren titularrak.
b) Gutxienez 5 urtez inbentariotik baja eman zenetik aurrera, erradiazio-babeseko buruak.



c) Gutxienez 2 urtez inbentariotik baja eman zenetik aurrera, instalazio erradioaktiboaren titularrak.
d) Gutxienez 2 urtez inplantearen egunetik aurrera, erradiazio-babeseko buruak.

407. Segurtasun Nuklearreko Kontseiluaren IS-18aren arabera, 4. kategoriako iturri erradioaktibo kapsulatu bat galtzea edo lapurretagatiko desagertzea, jarduera handiko iturritzat hartzen ez bada, honela jakinarazi beharko da:

a) Gehienez ordubeteko epean.
b) Gehienez 24 orduko epean.
c) Instalazioaren urteko txostenean.
d) Herritarren esposizioa gertatuz gero soilik.

408. PETeko itxarongela edo injekzio-gela baten babes-geruzak kalkulatzean, erradiotrazatzailea dagoeneko administratu zaion pazientea honela modelatzen da:

a) Administratutako jarduera nominala duen kanpoko iturri finko gisa.
b) Pazienteak berak indargetutako eta desintegrazioagatik eta egonaldiagatik zuzendutako puntu-iturri gisa.
c) Berun baliokideko hesi gehigarri gisa.
d) Gelaren bolumen osoan banatutako iturri isotropiko homogeneo gisa.

409. TLD-100, LiF:Mg,Ti dosimetro termoluminiszenteen izendapen komertzial zabalki erabilia, hedaduraz erabili da dosimetria pertsonalean eta medikoan. Beste TLD material batzuen aldean duen abantailetako bat da bere zenbaki atomiko eraginkorra, $Z_{\text{eff}} \approx 8$, honakoa dela:

a) Oso txikia, eta horrek fotoiekiko sentikorra ez izatea eragiten du.
b) Ehun bigunaren zenbaki atomikotik hurbilekoa, eta, beraz, energia-erantzuna nahiko laua da.
c) Oso handia, eta horrek haren sentikortasuna handitzen du, baina dosi txikiak neurtzea eragozten dio.
d) Metatutako dosiarekin aldakorra.

410. Azeleragailu lineal baten hesi primarioetan, 10 eta $25\,\text{MV}$ arteko potentzial azeleratzaileekin, neutroien ekarpenaren garrantziari dagokionez, hau baiezta dezakegu:

a) Komenigarria da ahalik eta dentsitate handieneko hormigoia erabiltzea, neutroien indargetzea dentsitate horrekiko proportzionalki handitzen baita.
b) Ezinbestekoa da hesiari zenbaki atomiko handiko materialezko geruza mehe bat eranstea, hala nola berunezkoa, neutroiak moderatu eta xurgatzea lortuko duena.
c) Hormigoian hamarren-balioko geruzaren (TVL) balioa, kabezaletik ateratzen diren eta gelan sakabanatzen diren neutroientzat (batez besteko energia $0{,}34\,\text{MeV}$), potentzial horietan sortutako fotoientzako TVLaren erdia da gutxi gorabehera; beraz, fotoientzat kalkulatutako hormigoizko babes-geruza nahikoa da neutroientzat.
d) Kabezaleko neutroi-ihesak fotoienak baino 2-3 magnitude-ordena txikiagoak dira; beraz, fotoientzako babes-geruza egokia osatzen duen edozein material astun edo zenbaki atomiko handikoa neutroientzako babes-geruza egokia ere izango da.



411. Egonaldi mugatuko eremu baten irizpide dosimetrikoa honako hau gainditzeko arriskua egotea da:

a) 1 mSv/urte ohiko funtzionamenduan.
b) 6 mSv/urte ohiko funtzionamenduan.
c) 20 mSv/urte ohiko funtzionamenduan.
d) 100 mSv funtzionamendu labur batean.

412. Intentsitate-modulazioko erradioterapia-prozedurak (IMRT) egiten dituen azeleragailu lineal batean beharrezko babes-geruzak kalkulatzean, C faktore biderkatzaile bat aplikatu behar diogu lan-kargari, honela:

a) C faktorearen balioa 1 baino txikiagoa edo berdina da, eremu txikiagoak erabiltzean sakabanaketa-erradiazio gutxiago sortzen dela kontuan hartzeko.
b) C faktorea lan-kargari soilik aplikatzen zaio ihes-erradiazioa kalkulatzeko, baina ez erradiazio zuzenari edo sakabanatuari, horiek ez baitira nabarmen handitzen.
c) Faktore hori 1 baino handiagoa da soilik erabiltzen diren dosi-tasak altuak badira, dosi-tasa horiek iragazki lautzailea kentzen den emisio-moduarekin lortuz.
d) Tratamendu-modalitate honetarako erabili behar den lan-karga gainerako erradioterapia-tratamendu konbentzionaletan erabiltzen den bera da.

413. 10 MV-eko azeleragailu lineal baten babes-geruza estrukturala diseinatzean, kontuan hartzen den sorta-kalitatea hau da (adierazi aukera OKERRA):

a) 10 MV sorta primariorako.
b) 10 MV pikoko erradiaziorako.
c) 3,3 MeV angelu guztietara sakabanatutako erradiaziorako.
d) 0,511 MeV 90º-ra sakabanatutako erradiaziorako.

414. Berunezko (Pb) edo tungstenozko (W) babes-geruzak, fotoien aurka eraginkorrak izanik, EZ dira egokiak neutroien aurkako babes-geruza nagusi gisa. Zergatik?

a) Haien dentsitate handiak neutroi-transmisioa handitzen duelako.
b) Neutroiak gaizki moderatzen dituztelako, ez dutelako hidrogenorik.
c) Haien elektroiek ez dutelako elkarrekintzarik neutroiekin.
d) Neutroiak eremu magnetikoen bidez desbideratzen direlako.

415. Zein da, gutxi gorabehera, ohiko xiringa babestu baten indargetze-portzentajea Tc-99m-rentzat?

a) % 8koa baino gutxiagokoa.
b) % 75 ingurukoa.
c) % 90 eta % 98 artekoa.
d) % 99koa baino gehiagokoa.

416. Babes-geruzen kalkuluan, T okupazio-faktorea:

a) Esposizio okupazionalean soilik aplikatzen da.



b) Bat da beti norbait dagoen guneetan.
c) Bat da jende askok erabiltzen dituen guneetan.
d) Babestu beharreko gunean okupazio maximoa duen pertsonari dagokio.

417. PET-CT ekipo batekin lan egiten den Instalazio Erradiaktibo bateko esposiziopeko langileen lan-dosiak optimizatzeko Erradiofisika Zerbitzuak eman ditzakeen gomendioen artean EZ dago:

a) Langileekin prestakuntza- eta txandakatze-programa bat gauzatzea.
b) Ahal den guztietan dosia murrizteko teknikak aplikatzea (intentsitatearen 3D modulazioa).
c) Pazientearen pisuaren araberako jarduera bereizia administratzea.
d) Ohe bakoitzeko eskuratze-denbora murriztea.

418. Dosimetria pertsonalean, kristalinoaren esposizioaren zaintzak magnitude operazional espezifiko bat erabiltzea eskatzen du. Zer sakoneratan definitzen da kristalinoaren dosia zenbatesteko erabiltzen den dosi baliokide pertsonala?

a) 10 mm-an, $H_p(10)$ magnitudearen bidez.
b) 0,07 mm-an, $H_p(0{,}07)$ magnitudearen bidez.
c) 3 mm-an, $H_p(3)$ magnitudearen bidez.
d) Sorta erasotzailearen dosi maximoaren sakoneran, erradiazioaren energiaren araberakoa dena.

419. Erradiodiagnostikoko instalazioetan, eremuak sailkatzeko ohiko irizpidea hau da:

a) Sarbide libreko eremua kontrol-posturako eta eremu zaindua azterketa-gelaren barrualderako.
b) Eremu zaindua kontrol-posturako eta eremu kontrolatua azterketa-gelaren barrualderako.
c) Eremu kontrolatua kontrol-posturako eta sarbide debekatuko eremua azterketa-gelaren barrualderako.
d) Egonaldi arautuko eremua kontrol-posturako eta gelaren barrualderako.

420. 1029/2022 Errege Dekretuaren arabera, honako egoera hauetatik zein dagokio kanpoko esposiziogatiko eremu zaindu bati?

a) Erradiazio ionizatzaileen esposizioa dagoen edozein eremu, aurreikusitako dosi eraginkorra urte ofizialeko 1 mSv baino txikiagoa izan arren.
b) Eremu kontrolatuaren irizpideak betetzen ez dituen eremu bat, baina urte ofizialeko 1 mSv baino dosi eraginkor handiagoak jasotzeko aukera duena.
c) Urte ofizialeko 6 mSv baino dosi eraginkor handiagoak jasotzeko aukera dagoen eremu bat.
d) Epe oso labur batean esposiziopeko langileentzako dosi-mugak baino dosi handiagoak jasotzeko arriskua dagoen eremu bat.



421. PET areto bateko babes-geruzaren kalkuluan aplikatutako U erabilera-faktorea eta T okupazio-faktorea direla eta, adierazi zein den baieztapen zuzena.

a) U murrizten da pazientea aretoan dagoen denbora-frakzioaren arabera, bai sartze-fasean bai eskuratze-fasean.
b) $T = 1$ PET aretoko hesi guztietan, pazientearen emisioak ez baitu norabide hobetsirik.
c) $U = 1$, pazienteak kolimatu gabeko iturri gisa jokatzen baitu; T inguruko eremuari aplikatzen zaio, haren okupazio-mailaren arabera.
d) U 1 baino txikiagoa har daiteke PET aretoak sartze-gune bat eta eskuratze-gune bat bereiziak baditu, hesi bakoitzak prozeduraren zati batean soilik jasotzen baitu erradiazioa.

422. Erradioterapiako azeleragailu lineal batean, sortaren igorpenean zehar, nola sailkatzen da langileak bunkerraren barnealdera sartzea?

a) Eremu zaindua.
b) Eremu kontrolatua, murrizketa gehigarririk gabe.
c) Egonaldi mugatuko eremua.
d) Sarbide debekatuko eremua.

423. Indarrean dagoen Espainiako araudiaren arabera, egonaldi mugatuko eremua adierazten duen hirusta-ikurraren kolorea hau da:

a) Grisa.
b) Berdea.
c) Horia.
d) Gorria.

424. 1029/2022 Errege Dekretuaren arabera, A kategoriako esposiziopeko langileen kontrol dosimetrikoari dagokionez, adierazi zein den baieztapen zuzena:

a) Eremu-dosimetrian soilik oinarritu daiteke, baldin eta langilea maiz badago eremu zaindu batean.
b) Banakako dosimetria bidez egin behar da, eta langileen esposizio motara egokitu behar da.
c) Derrigorrezkoa da soilik aurreikusiz gero langileak urteko dosi-mugak gaindi ditzakeela.
d) Modu orokorrean ordezkatu daiteke B kategoriako langileengandik lortutako zenbatespenen bidez.

425. Brakiterapiako babes erradiologikoari buruzko SEFM-ren txostenarekin bat etorriz, 12 hilabete lehenago haziak inplantatu zaizkion paziente batek gernuan I-125-eko hazi solte bat kanporatzen badu, zer egin behar da?

a) Hazia ez da nahitaez jaso beharko, eta saneamendu-sistemaren bidez bota ahal izango da.
b) Espainian, nahitaez jaso eta ospitalera eraman behar da.
c) Inplantea egin ondorengo lehen 2 hilabeteetan soilik kanporatu ahal dira haziak.



d) Hazia eskuz jasotzeko eta ospitalera postaz bidaltzeko aukera dago.

426. Segurtasun nuklearreko kontseiluaren 5.11 segurtasun gidaren arabera (diagnostikorako X izpien instalazio medikoen segurtasun eta babes erradiologikoaren alderdi teknikoei buruzkoa), toraxeko atzetik aurrerako irudiak hartzeko erabiltzen den horma-estatibo bat bermatuta duen horma baten bestaldean komun bat badago, zein da gomendutako U x T faktoreen emaitza?

a) 1/64.
b) 1/10.
c) 1/16.
d) 1/4.

427. Hauetatik zein dagokio segurtasun nuklearreko kontseiluaren 9.2 segurtasun gidari (instalazio erradioaktiboetan sortutako eduki erradioaktiboko hondakin material solidoak kudeatzeari buruzkoa):

a) Ez da aplikatzen xede medikoak dituzten 2. eta 3. kategoriako instalazio erradioaktiboetako iturri erradioaktibo kapsulatuetan.
b) Nahitaez bete beharrekoa da xede medikoak dituzten 2. kategoriako instalazio erradioaktibo guztietan.
c) Nahitaez bete beharrekoa da xede medikoak dituzten 3. kategoriako instalazio erradioaktibo guztietan.
d) Eduki erradioaktiboa duen hondakin-material solidoa ohiko hondakin gisa ebakuatzea ez du hartzen kudeaketa-bidetzat.

428. Babes erradiologikoko espainiako elkartearen sektore sanitarioko instalazio erradiaktiboetako esposiziopeko langileentzako babes erradiologiko operazionalaren irizpideei buruzko gidaren arabera, zein da minaren unitateko anestesista batentzako gomendioa?

a) B kategoriako esposiziopeko langile gisa sailkatzea, paparreko dosimetria indibidualarekin.
b) A kategoriako esposiziopeko langile gisa sailkatzea, paparreko dosimetria indibidualarekin.
c) Esposiziorik gabeko langile gisa sailkatzea, inolako dosimetriarik gabe.
d) B kategoriako esposiziopeko langile gisa sailkatzea, eremuko dosimetriarekin.

429. Espainiako Erradiazio Babeseko Elkartearen eta Espainiako Bularreko Irudi Bidezko Diagnostikoaren Elkartearen ohar teknikoaren arabera, mamografian pazienteak tiroiderako babesle berunduna erabiltzeari buruz:

a) Beharrezkoa da pazienteek babesle horiek erabiltzea.
b) Gomendagarria da pazienteek babesle horiek erabiltzea.
c) Ez da beharrezkoa pazienteek babesle horiek erabiltzea.
d) Ezin da mamografiarik egin pazienteak tiroidearen babeslea daramanean.



430. SEPRren osasun-sektoreko instalazio erradioaktiboetan esposiziopean dauden langileentzako babes erradiologiko operazionaleko irizpideei buruzko gidaren arabera, langile batek berunezko mantala erabiltzen duenean eta babestutako enborreko gorputz-dosi eraginkorra zenbatesteko dosimetro pertsonal bakarra erabiltzen denean, dosimetro hori honela jarri beharko litzateke:

a) Mantalaren gainean, lepoaren parean, dosi eraginkorra zuzenean zenbatesteko.
b) Mantalaren azpian, profesionalaren eta babes-jantziaren artean.
c) Tiroide-babesgailuaren gainean, baldin eta kristalinoa esposiziopean izateko arriskua badago.
d) Berunezko mantalaren kanpoaldean, baldin eta ondoren zuzenketa-faktore bat aplikatzen bada gorputz-dosia zenbatesteko.

431. Kanpoko esposizio eta kutsadura ez baztergarrien arriskua dagoen eremu zaindu baten seinalea honelakoa da:

a) Hirusta berde bat hondo grisaren gainean, puntu-eremuan punta erradialez inguratua.
b) Hirusta gris bat hondo zuriaren gainean, puntu-eremuan punta erradialez inguratua.
c) Hirusta gris bat hondo zuriaren gainean, punta erradialez inguratua.
d) Hirusta berde bat hondo zuriaren gainean, punta erradialez inguratua.

432. Kanpoko esposizio-arriskua bakarrik dagoen (kutsadurarik gabeko) eremu kontrolatu bat seinale honekin adierazten da:

a) Hirusta grisa hondo zuriaren gainean, punta erradialez inguratuta.
b) Hirusta grisa hondo zuriaren gainean, eremu puntukatuan.
c) Hirusta berdea hondo zuriaren gainean, punta erradialez inguratuta.
d) Hirusta berdea hondo zuriaren gainean, eremu puntudun batean.

433. Dosimetro pertsonalik gabeko kanpo-esposizio istripuzko baten ondoren dosia atzera begira zenbatesteko testuinguruan, adierazi ondoko tekniketatik zein den biodosimetrikoa propioki esanda (hau da, esposiziopeko norbanakoarengan efektu biologiko kuantifikagarri bat neurtzen duena eta gorputz osoko dosi baliokidea zenbatestea ahalbidetzen duena), eta EZ dosimetria fisikoko teknika, simulazio bidezko berreraikuntza dosimetrikoko teknika edo barneratze-bioentsegu teknika.

a) ^{51}Cr edo ^{99}Tc-ren jardueraren neurketa gernuan gamma espektrometria bidez, barne-kutsadura baten ondoren barneratzea berreraikitzeko.
b) Organoetako dosiaren Monte Carlo berreraikuntza istripuaren geometria berreraikitik abiatuta (iturri/biktima posizioa, tartean dauden babes-geruzak, esposizio-denbora), biktimak dosimetrorik ez zeramanean urrezko estandar fisikotzat hartua.
c) Metafasean kultibatutako odol periferikoko linfozitoetan zentromero biko kromosomen zenbaketa, erradiazio-kalitate berarekin *in vitro* kalibratutako dosi/erantzun kurba baten aurka kontrastatuta.
d) Erresonantzia paramagnetiko elektroniko (EPR/ESR) bidez biktimari ateratako hortz-esmalte zatietan metatutako dosiaren neurketa, epe luzeko istripuetan erreferentziako patroi fisikotzat hartua.



434. Segurtasun Nuklearreko Kontseiluaren 5.3 Segurtasun Gidaren arabera (Iturri erradioaktibo kapsulatuen hermetikotasunaren kontrola), iturriaren gaineko frotis zuzeneko proban zein jarduera-balio hartzen da ihes-mugatzat?

a) 3,7 Bq.
b) 18,5 Bq.
c) 37 Bq.
d) 185 Bq.

435. Protonterapiako ziklotroi kliniko baten energia nominal tipikoa honako ordenakoa da:

a) $30 - 50$ MeV.
b) $230 - 250$ MeV.
c) $800 - 1000$ MeV.
d) > 5 GeV.

436. Karbono ioi bidezko irradiazioak zer dakar protoi bidezko irradiazioaren aldean?

a) Sortaren alboko ilunantza (penunbra) handitzea dakar.
b) Protoi bidezko irradiazioan zurtoina sortzen da Braggen pikoaren ostean.
c) EBRa gutxitzea dakar.
d) Sortaren alboko ilunantza (penunbra) txikitzea dakar.

437. Ziklotroia ohikoa da protoiak eta beste partikula astun batzuk azeleratzeko, baina EZ da praktikoa elektroiak azeleratzeko, honako arrazoi honengatik:

a) Ziklotroiaren bi elektrodo erdizirkularren barruan sortzen den eremu elektrikoak orbita zirkularra aldatzen duelako.
b) Azelerazio-prozesuan efektu erlatibistek eragingo luketen masa-aldakuntzagatik, baita energia nahiko baxuetan ere.
c) Ziklotroi batean karga positiboko partikulak soilik azeleratu ahal direlako aplikatutako eremu magnetikoaren orientazioagatik.
d) Elektroi baten masa protoi batena baino askoz txikiagoa delako, eta elektrodoen arteko bereizketa-tartea txikiegia delako behar bezala azeleratzeko.

438. Ziklotroi batean azeleratzen diren protoiak honako honetatik datoz:

a) Protoiak igortzen dituen iturri erradioaktibo batetik.
b) Hidrogenoaren ionizaziotik.
c) Erreakzio nuklear batetik.
d) Harizpi goritu batetik.

439. Ziklotroi batean lortzen den energia maximoa (adierazi aukera zuzena):

a) Muga erlatibistek baldintzatzen dute.
b) Alderantziz proportzionala da irteten den partikula-sortaren energia-espektroaren zabalerarekiko.



c) Ekipoaren diametroaren araberakoa da soilik.
d) Handiagoa da neutroi-sortentzat protoi-sortentzat baino.

440. Ioi astunen sorten dosimetria erlatiboari dagokionez, IAEAren "Kanpoko erradioterapian dosi xurgatuaren zehaztapena" dokumentuak honako hauek erabiltzea gomendatzen du:

a) Ionizazio-ganbera zilindrikoak ioi astunen sortetan 2 g/cm^2 baino txikiagoko edo berdineko zabalerako SOBP (*Spread out Bragg Peak*) dutenean, eta plano/paraleloak zabalera handiagoetarako.
b) Ionizazio-ganbera zilindrikoak edo plano/paraleloak.
c) Ganbera zilindrikoak soilik.
d) Ionizazio-ganbera plano/paraleloak soilik.

441. Erradioterapian normalean erabiltzen diren protoi-sortetarako, eta praktika klinikoan, energia-deposizio osoan zehar eraginkortasun biologiko erlatiboaren (RBE) balio uniforme bat aplikatzen da, hauxe:

a) 1,0.
b) 1,1.
c) 1,4.
d) 2,0.

442. Zein dira hadronterapian erabiltzen diren partikula subatomikoak?

a) Fotoiak eta elektroiak.
b) Sodio-ioiak eta neutrinoak.
c) Protoiak eta karbono-ioiak.
d) Oxigeno-atomoak eta gamma izpiak.

443. Bragg gailurra (SOBP) tamaina terapeutikoetara zabaltzeko teknika bat hau da:

a) Azelerazio-orbitaren diametroa aldatzea.
b) Aurre-injektorearen energia aldatzea.
c) Degradatzaile pasiboak tartekatzea.
d) Eremu magnetikoaren energia aldatzea.

444. Adierazi erantzun zuzena protoi-sortetan dosi baliokide periferikoari dagokionez:

a) Neutroiek eragindako organoetako dosia handiagoa da paziente helduetan, barneko ekoizpena handiagoa baita.
b) Bigarren mailako fotoien ekarpena ingurumeneko dosi baliokidean % 20 izatera irits daiteke.
c) Sorta pasiboetan (*passive scattering*) ekarpen nagusia kanpoaldean sortutako neutroiei zor zaie, eta sorta eskaneatuetan (*scanning beams*), berriz, barneko neutroiei.



d) Organo bateko dosi baliokide periferikoa txikiagoa da protoi-sortekin egindako tratamendu batean fotoi-sortekin egindakoan baino, protoi-sortetan sortutako neutroiak fotoi-sortetan sortutakoak baino sarkortasun txikiagokoak baitira.

445. Espainiako Protonterapiarako SEORen Gomendioen arabera, zein da protoien abantaila dosimetriko nagusia fotoiekin alderatuta?

a) Sarrera-dosi nulua dutela, eta dosi osoa tumore-gainazalean soilik biltzen dutela.
b) Sarrera-dosia fotoiekiko murrizteko aukera ematen dutela, irteera-dosi konparagarria mantenduz, eta horrek hobetzen duela tumore sakonetako konformazioa.
c) Dosi-biltze maximoa sakonera jakin batean kokatzeko aukera ematen dutela, eta tratatutako bolumenetik haratago dosia nabarmen murrizten dutela.
d) Alboko penunbra erabat ezabatzen dutela, eta, beraz, ez dutela marjina geometrikorik behar.

446. Espainiako Protonterapiarako SEORen Gomendioen arabera, protonterapian dosia administratzeko sistemei dagokienez, zein da baieztapen zuzena?

a) Sakabanaketa pasiboko sistemek sorta modulatzen dute eremu magnetikoen bidez, protoiak puntuz puntu tumorearen gainera bideratuz.
b) Sistema aktiboek eremu bakoitzerako konpentsatzaile eta kolimagailu indibidualizatuak erabiltzen dituzte; pasiboek, aldiz, ez dute osagarri espezifikorik behar.
c) Sistema aktiboak azaleko tumoreetarako soilik erabiltzen dira; sistema pasiboak, berriz, ezinbestekoak dira tumore sakonetarako.
d) Sakabanaketa aktiboko sistemetan, sorta imanen bidez eskaneatu daiteke, eta energian modulatu daiteke xede-bolumena hainbat sakoneratan estaltzeko.

447. SEORen Espainiako Protonterapiarako Gomendioen arabera, zer eraginkortasun biologiko erlatiboren (EBR edo RBE) balio hartzen da normalean protoientzat Bragg gailur hedatuaren eskualdean?

a) Gutxi gorabehera 1,0, beraz, biologikoki fotoien parekotzat hartzen dira ibilbide osoan zehar.
b) Gutxi gorabehera 1,1, nahiz eta handitu daitekeen irismenaren amaieran eta dosiaren erorketa distalean.
c) Gutxi gorabehera 2,5, batez ere sortaren sarrera-eskualdean.
d) Gutxi gorabehera $4 - 5$, protoien balio bereizgarria, eta klinikan modu uniformean erabiltzen dena.

448. SEORen Espainiako Protonterapiarako Gomendioen arabera, honako egoera hauetatik zein da protoiekin tratamendua baloratzeko gomendatutako indikazioa?

a) Prostatako minbizi lokalizatu ez-metastasikoa, saiakuntza kliniko edo erregistro prospektiboetatik kanpoko indikazio orokor gisa.
b) Toraxeko tumore ez-metastasikoak, hala nola birikakoak edo hestegorrikoak, fotoien teknika aurreratuekin egindako alderaketatik independenteki ezarritako indikazio estandar gisa.



c) Tumore pediatrikoak, bereziki nerbio-sistema zentralean kokatutakoak edo arrisku-organoetatik gertu daudenak.
d) Bularreko minbizia, tratamendu-bolumenean kate ganglionarrak sartzen diren kasu guztietan indikazio estandar gisa.

449. SEORen Espainiako protonterapiarako gomendioen arabera, zer energia aipatzen da erreferentzia gisa tumore sakonak protoiekin tratatzeko?

a) 70 MeV.
b) 100 MeV.
c) 200 MeV.
d) 300 MeV.

450. SEORen Espainiako Protonterapiarako Gomendioen arabera, protoiekin tratatutako kartzinoma hepatozelularrari dagokionez, zer aipatzen da eskuragarri dagoen ebidentzian?

a) Protonterapiak III. faseko entseguetan TACE baino biziraupen global handiagoa argi eta garbi erakutsi du.
b) Protonterapia gibeleko gaixotasun metastasikoan tratamendu paliatibo gisa soilik ebaluatu da.
c) Protonterapia desegokitzat jotzen da hepatokartzinoman, gibel osasuntsua zaintzeko ezintasunagatik.
d) Protonterapiak eta SBRTk emaitza baliokideak erakutsi zituzten biziraupenean eta tokiko kontrolean, toxikotasun-datu itxaropentsuekin.



1. KASUA (451-455 GALDERAK)

Uretan xurgatutako dosia zehaztea 16 MeV-eko energia nominaleko elektroi-sorta batean, elektroi-azeleragailu lineal batean (pultsu motakoa), TRS 398 Praktika Kodeari jarraituz.

Horretarako, datu hauek daude:

- Erreferentzia-baldintzak: erreferentziazko fantoma urezkoa da, R_{50} = 6,7 g/cm^2, tasa nominala 300 UM/min, erreferentzia-eremua 15 x 15 cm^2, SSD 100 cm. Maximoaren sakonera 3,2 cm da, eta erreferentzia-sakonerako PDDa % 98 da.

- Ionizazio-ganbera PTW 30012 ganbera zilindrikoa da (Farmer motakoa); haren $N_{D,w,Qo}$ (ganbera + elektrometroa batera) 5,311 cGy/nC da, grafitozko paretaren lodiera 0,079 g/cm^2 da, eta kalibrazio-kalitatea Q_0 Co-60 da, 5 g/cm^2-ko sakoneran.

- Kalibraziorako erreferentziazko tenperatura eta presioa 20 °C eta 101,3 kPa dira, eta hezetasun erlatiboa % 50.

- Kalibrazioko polaritatea +400 V da, erabiltzailearen lan-tentsioaren berdina, eta polaritate-efektuagatiko zuzenketa dago.

- Eragin-magnitudeengatiko zuzenketa: tenperatura eta presioa 19,2 °C eta 102,8 kPa; hezetasun erlatiboa % 50.

- 100 UM-ko 3 jaurtiketa egiten dira eta, kanpoko monitore-ganberaren bidez irakurketak zuzendu ondoren, batezbesteko hau lortzen da:
    - + 400 V-an egindako neurketak: 19,5 nC; - 400 V-an egindako neurketak: -19,31 nC.
    - + 400 V-an egindako neurketak: 19,5 nC; tentsio murriztuan +100 V = 19,2 nC egindako neurketak.

- Xurgatutako dosia zehazteko, 250 UM-ko 3 jaurtiketa egiten dira (lan-tentsioa +400 V) eta zuzendu gabeko batez besteko irakurketa 48,75 nC da.

Kalkuluak egiteko, TRS 398tik ateratako bi taula hauek ematen dira:



CUADRO 10. COEFICIENTES DE AJUSTE CUADRÁTICO PARA CALCULAR k_s MEDIANTE EL MÉTODO DE LAS DOS TENSIONES EN RADIACIÓN PULSADA Y PULSADA Y BARRIDA EN FUNCIÓN DE LA RAZÓN DE TENSIONES V_1/V_2 [117]

V_1/V_2	Haces pulsados			Haces pulsados y barridos		
	a_0	a_1	a_2	a_0	a_1	a_2
2,0	2,337	−3,636	2,299	4,711	−8,242	4,533
2,5	1,474	−1,587	1,114	2,719	−3,977	2,261
3,0	1,198	−0,875	0,677	2,001	−2,402	1,404
3,5	1,080	−0,542	0,463	1,665	−1,647	0,984
4,0	1,022	−0,363	0,341	1,468	−1,200	0,734
5,0	0,975	−0,188	0,214	1,279	−0,750	0,474

CUADRO 20. VALORES[a] DE k_Q CALCULADOS PARA HACES DE ELECTRONES Y DISTINTOS MODELOS DE CÁMARAS CALIBRADAS EN RADIACIÓN GAMMA DE ^{60}Co, EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL HAZ R_{50}

Modelo de cámara de ionización[b]	Índice de calidad del haz, R_{50} (g/cm^2)													
	1,0c	1,4	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	10,0
PTW 34001 Roos	0,9743	0,9645	0,9518	0,9428	0,9349	0,9281	0,9222	0,9171	0,9127	0,9088	0,9055	0,9001	0,8960	0,8907
IBA NACP-02	0,9679	0,9580	0,9451	0,9360	0,9281	0,9214	0,9155	0,9104	0,9061	0,9023	0,8990	0,8938	0,8899	0,8848
NE 2571					0,9297	0,9248	0,9210	0,9181	0,9157	0,9137	0,9121	0,9095	0,9075	0,9047
IBA FC65-G					0,9328	0,9279	0,9241	0,9210	0,9184	0,9163	0,9144	0,9114	0,9090	0,9055
Exradin A12					0,9353	0,9304	0,9264	0,9232	0,9205	0,9182	0,9163	0,9130	0,9104	0,9066
Exradin A19					0,9320	0,9273	0,9236	0,9205	0,9178	0,9156	0,9136	0,9103	0,9077	0,9036
PTW 30013					0,9300	0,9247	0,9210	0,9180	0,9155	0,9135	0,9118	0,9090	0,9068	0,9037
PTW 30012					0,9384	0,9331	0,9290	0,9257	0,9230	0,9207	0,9187	0,9156	0,9131	0,9094

Nota: Los datos proceden de un análisis de factores de corrección obtenidos mediante experimentación y cálculos por el método de Montecarlo y constituyen los mejores cálculos disponibles en la actualidad de los valores que deben utilizarse en los tipos de cámaras de ionización que se enumeran; véase el apéndice II.

[a] Los valores se proporcionan con cuatro decimales para que los datos puedan interpolarse con facilidad. Ello no conlleva el cálculo de incertidumbres equivalentes.

[b] En este cuadro solo se incluyen las cámaras que se ha constatado que pueden utilizarse como cámaras de referencia. Es posible que otros tipos de cámaras sean adecuados para dosimetría relativa.

[c] Los datos que se presentan corresponden a una calidad de haz R_{50} = 1 g/cm^2, sin embargo, la ausencia de verificación experimental en esa energía hace que la incertidumbre sea mayor que la que se indica en la sección 7.10. Se recomienda utilizar factores $k_{Q,Q_{co}}$ calculados mediante experimentación para R_{50} < 1.4 g/cm^2.

451.- Maximoaren sakonerako dosia (cGy/UM) hau da:

a) 0,9520 cGy/UM.
b) 0,9467 cGy/UM.
c) 0,9388 cGy/UM.
d) 0,9629 cGy/UM.



452.- 30012 ganberaren barne-erradioa 0,31 cm bada, zein da aurreko galderako elektroi-sortaren erreferentzia-sakoneran, uretan, barrunbeak sortutako perturbazioa kontuan hartzen duen p_{cav} zuzenketa-faktorearen balioa?

a) 0,988.
b) 0,983.
c) 0,980.
d) 0,977.

453.- Zehaztu elektroi-sortaren ur-fantomaren gainazaleko energia probableena Nordic Association of Clinical Physics elkartearen $E_{p,0}(MeV)= C_1+C_2 \cdot R_p+C_3 \cdot R_p^2$ formularen bidez. R_p cm-tan neurtutako irismen praktikoa da, eta 8 cm da (laguntza: formularen koefizienteetako bi C_1=0,22 MeV eta C_3=0,0025 MeV/cm^2 dira):

a) 16,8 MeV.
b) 16,5 MeV.
c) 16,2 MeV.
d) 17,1 MeV.

454.- Aurreko ataleko sortarako, erdiko ardatzean alboko sakabanatze-oreka (LSE = *Lateral Scatter Equilibrium*) egon dadin behar den eremuaren gutxieneko erradioa lortu, gutxieneko erradio horrek gainazaleko energia probableenarekin ($E_{p,0}$) duen erlaziotik abiatuta:

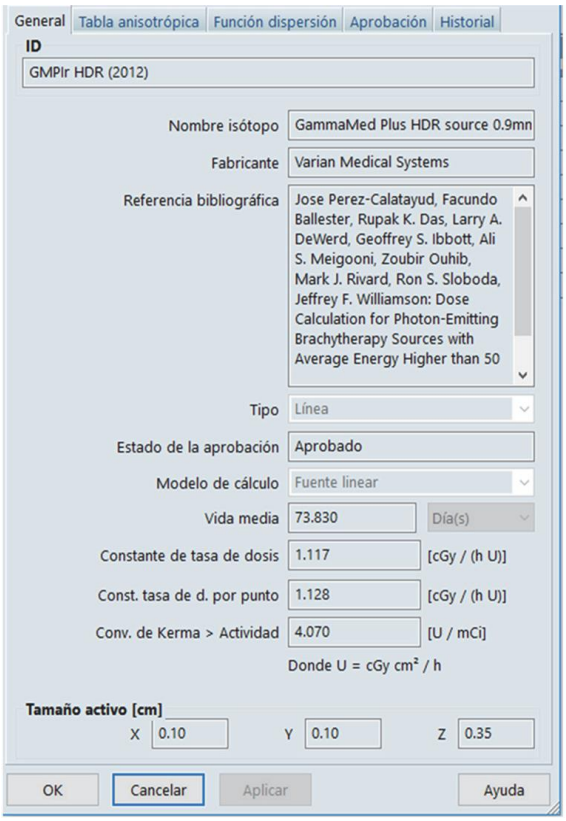
a) 4,0 cm.
b) 3,8 cm.
c) 3,2 cm.
d) 3,5 cm.

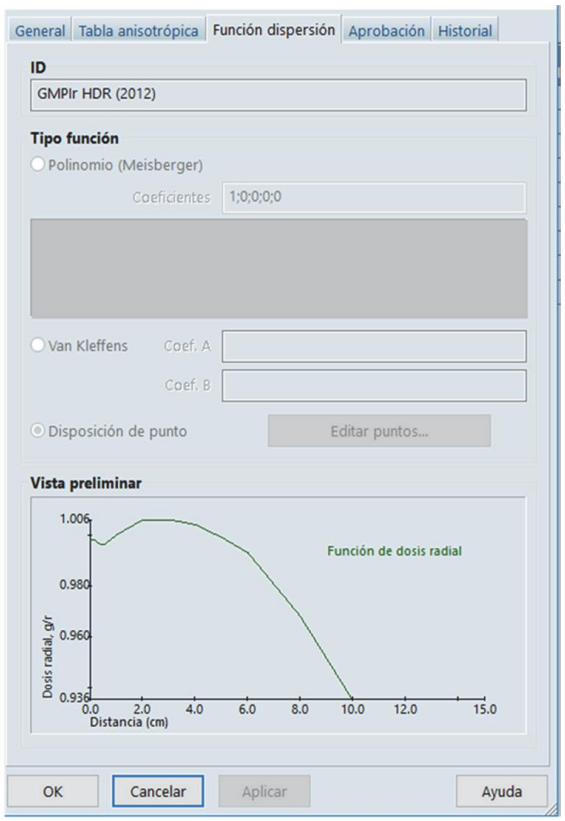
455.- Masaileko lesio bat kanpoko elektroi-sorta batekin tratatzen da; energia intzidentea 12 MeV da eta irismen praktikoa 6 g/cm^2. Masailaren eta lesioaren lodiera 3,6 cm da. Kalkulatu lesioan jarritako berunezko babeserako elektroien atzera-sakabanatze faktorea (EBF), $EBF = 1+0{,}735 \cdot \exp(-0{,}052 \cdot E_z)$ formula aplikatuz; E_z interfaseko elektroi intzidenteen batez besteko energia da, MeV-etan:

a) 1,39.
b) 1,46.
c) 1,51.
d) 1,57.

2. KASUA (456-462 GALDERAK)

Ospitale bateko erradioterapia-zerbitzuan dosi-tasa handiko brakiterapia-tratamenduak (HDR) egiten dira Ir-192 iturri baten bidez. Tratamendu horien plangintza dosimetrikorako, AAPMren TG-43 protokoloa inplementatzen duen plangintza-sistema bat erabiltzen da. Jarraian, erabilitako iturri-ereduaren informazio dosimetrikoa eta geometrikoa aurkezten da; informazio horretatik abiatuta planteatutako galderak erantzun.







F(r,θ)	Distance from Active Source Center (cm)																	
θ (°)	0	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	8.00	10.00
0	0.695	0.695	0.666	0.636	0.630	0.608	0.615	0.634	0.625	0.629	0.648	0.654	0.660	0.683	0.702	0.716	0.758	0.789
1	0.711	0.711	0.677	0.643	0.632	0.609	0.614	0.632	0.626	0.633	0.656	0.667	0.676	0.698	0.716	0.727	0.762	0.786
2	0.715	0.715	0.684	0.653	0.640	0.620	0.624	0.638	0.634	0.641	0.661	0.671	0.679	0.697	0.717	0.730	0.764	0.794
3	0.708	0.708	0.684	0.660	0.650	0.634	0.637	0.647	0.646	0.653	0.671	0.682	0.691	0.705	0.726	0.739	0.771	0.798
4	0.736	0.736	0.701	0.666	0.654	0.645	0.652	0.662	0.663	0.668	0.680	0.690	0.697	0.711	0.736	0.750	0.779	0.805
5	0.728	0.728	0.706	0.684	0.673	0.664	0.668	0.674	0.676	0.682	0.693	0.704	0.712	0.724	0.748	0.762	0.788	0.811
6	0.722	0.722	0.709	0.696	0.688	0.681	0.683	0.686	0.691	0.697	0.707	0.718	0.725	0.734	0.757	0.770	0.795	0.817
7	0.736	0.736	0.720	0.705	0.697	0.692	0.697	0.700	0.707	0.712	0.719	0.729	0.736	0.745	0.769	0.780	0.802	0.823
8	0.732	0.732	0.726	0.720	0.715	0.712	0.713	0.713	0.719	0.724	0.731	0.743	0.751	0.758	0.779	0.789	0.810	0.830
9	0.744	0.744	0.738	0.733	0.729	0.726	0.728	0.727	0.734	0.738	0.743	0.754	0.762	0.769	0.790	0.799	0.818	0.837
10	0.762	0.762	0.753	0.743	0.738	0.738	0.741	0.740	0.748	0.752	0.755	0.765	0.772	0.778	0.799	0.808	0.826	0.844
15	0.837	0.837	0.820	0.803	0.801	0.802	0.804	0.802	0.809	0.811	0.813	0.821	0.828	0.829	0.844	0.848	0.863	0.873
20	0.962	0.962	0.866	0.855	0.854	0.852	0.853	0.852	0.858	0.858	0.862	0.865	0.870	0.869	0.878	0.880	0.893	0.900
30	0.968	0.968	0.923	0.917	0.916	0.912	0.913	0.912	0.918	0.918	0.918	0.921	0.923	0.923	0.927	0.930	0.933	0.939
40	0.979	0.979	0.956	0.951	0.952	0.948	0.949	0.946	0.950	0.951	0.950	0.953	0.955	0.954	0.958	0.958	0.959	0.963
50	0.987	0.987	0.977	0.973	0.973	0.971	0.972	0.971	0.972	0.973	0.973	0.974	0.975	0.974	0.977	0.976	0.978	0.978
60	0.993	0.993	0.987	0.984	0.985	0.985	0.987	0.985	0.987	0.988	0.989	0.989	0.988	0.988	0.989	0.988	0.988	0.988
70	0.994	0.994	0.995	0.994	0.994	0.995	0.996	0.993	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.995	0.995	0.996
80	0.998	0.998	0.999	0.999	0.998	0.999	1.000	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.999	0.999
90	1.000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100	1.000	1.000	0.999	0.999	0.999	0.999	0.998	0.998	0.998	0.998	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	0.999	1.000	0.9989
110	0.998	0.998	0.996	0.994	0.995	0.995	0.995	0.993	0.995	0.994	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995	0.994	0.995	0.9949
120	0.998	0.998	0.990	0.985	0.984	0.985	0.986	0.984	0.987	0.987	0.987	0.987	0.988	0.989	0.988	0.987	0.989	0.9890
130	0.994	0.994	0.976	0.973	0.971	0.972	0.972	0.970	0.972	0.973	0.974	0.974	0.974	0.975	0.976	0.977	0.977	0.9790
140	0.991	0.991	0.958	0.950	0.947	0.948	0.947	0.947	0.949	0.950	0.952	0.953	0.954	0.953	0.956	0.958	0.959	0.9624
150	0.973	0.973	0.923	0.914	0.914	0.914	0.914	0.912	0.915	0.916	0.917	0.919	0.921	0.920	0.925	0.927	0.931	0.9347
160	0.966	0.966	0.873	0.851	0.850	0.847	0.850	0.848	0.853	0.856	0.857	0.863	0.867	0.870	0.876	0.878	0.889	0.8954
165	0.828	0.828	0.814	0.801	0.798	0.796	0.798	0.801	0.802	0.806	0.809	0.818	0.822	0.829	0.838	0.843	0.860	0.8700
170	0.789	0.789	0.756	0.723	0.720	0.725	0.725	0.729	0.730	0.734	0.743	0.754	0.761	0.771	0.784	0.795	0.819	0.8311
171	0.730	0.730	0.715	0.700	0.699	0.706	0.706	0.710	0.712	0.716	0.725	0.735	0.744	0.755	0.768	0.782	0.809	0.8221
172	0.722	0.722	0.699	0.676	0.679	0.686	0.686	0.689	0.692	0.696	0.705	0.716	0.725	0.738	0.752	0.768	0.798	0.8114
173	0.627	0.627	0.635	0.642	0.649	0.664	0.663	0.666	0.671	0.675	0.684	0.695	0.705	0.719	0.735	0.752	0.785	0.799
174	0.574	0.574	0.596	0.618	0.640	0.643	0.641	0.643	0.650	0.653	0.662	0.672	0.684	0.698	0.715	0.733	0.769	0.784
175	0.627	0.627	0.623	0.619	0.615	0.611	0.615	0.616	0.625	0.627	0.636	0.646	0.659	0.674	0.692	0.713	0.752	0.769
176	0.710	0.710	0.674	0.638	0.602	0.566	0.568	0.585	0.597	0.598	0.608	0.618	0.632	0.645	0.666	0.688	0.731	0.750
177	0.687	0.687	0.658	0.630	0.601	0.572	0.536	0.500	0.565	0.564	0.575	0.584	0.600	0.610	0.634	0.659	0.706	0.729
178	0.450	0.450	0.459	0.467	0.476	0.485	0.496	0.507	0.518	0.529	0.521	0.533	0.553	0.560	0.591	0.620	0.672	0.702
179	0.329	0.329	0.340	0.350	0.361	0.371	0.384	0.397	0.410	0.423	0.449	0.475	0.501	0.527	0.548	0.572	0.621	0.659
180	0.417	0.417	0.421	0.426	0.430	0.434	0.440	0.445	0.451	0.456	0.467	0.478	0.489	0.501	0.523	0.545	0.589	0.633

Taula. F(r,θ) bi dimentsioko anisotropia-funtzioaren balioak, r distantzia erradialaren eta θ angelu polarraren arabera.

456.- Dosi-tasaren konstantea EZ dago honen mende:

a) Erradionuklido motaren mende.
b) Iturriaren geometriaren mende.
c) Iturria inguratzen duen uretan sakabanatutako erradiazioaren mende.
d) Iturriaren aktibitatearen mende.

457.- Aurreko tauletan agertzen diren parametroetatik, iturri-aldaketa bakoitzean hau egiaztatzen da:

a) Horietako bat ere ez.
b) Sakabanatze-funtzioa.
c) Iturriaren tamaina aktiboa.
d) Erradioisotopoaren erdibizitza.

458.- Zein da iturriaren aktibitatea?

a) Ezin da jakin aurreko datuetatik abiatuta.
b) 4,070 U/mCi.
c) 4,55 Ci.
d) 4070 U.



459.- Tumore baginal baten tratamendua egiten bada 3 cm-ko diametroko zilindro batekin eta elkarrengandik 3 cm-ra dauden 2 geldialdi-posizio programatzen badira, zenbatekoa izango da tratamendu-denbora zilindroaren gainazalean, bi posizioetatik distantzia berean dagoen puntu batean, 7 Gy preskribatu nahi badugu? (Suposatu geldialdi-denbora berdina dela bi posizioetan eta iturriaren aktibitatea 7,25 Ci dela inplantearen unean).

a) 225 s.
b) 430 s.
c) 350 s.
d) 700 s.

460.- Bi iturrien arteko erdiko posizioan geldialdi-posizio bakarra programatzen badugu, zenbat denboraz egon beharko luke iturriak bertan aurreko preskripzio-puntura dosi bera irits dadin?

a) 170 s.
b) 340 s.
c) 255 s.
d) 195 s.

461.- Eta aurreko hiru posizioak geldialdi-denbora berdinekin kontuan hartzen baditugu, zenbat segundo iraungo luke tratamenduak dosia eta preskripzio-puntua mantentzen baditugu?

a) 320 s.
b) 260 s.
c) 350 s.
d) 510 s.

462.- Zein da 459. galderan aipatutako tratamenduaren kerma totalaren intentsitatea?

a) 0,0015 Gy.
b) 0,003 Gy m^2.
c) 0,15 cGy·cm^2.
d) 0,6 cGy.



3. KASUA (463-466 GALDERAK)

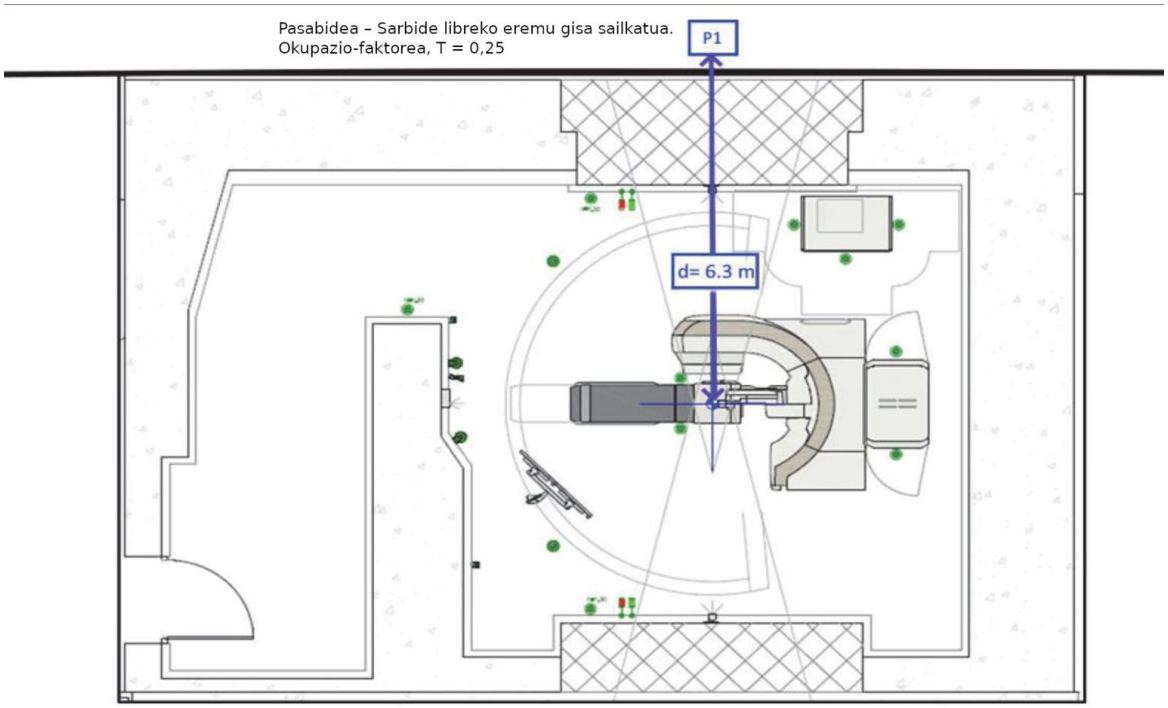
1. irudian adierazitako bunkerrean azeleragailu lineal bat instalatu nahi da. Instalatu beharreko azeleragailuaren ezaugarriak 1. taulan daude. P1 puntuan beharrezkoa den baritadun hormigoiaren lodiera jakin nahi da.

Kalkuluetarako hau hartuko da kontuan:
Txanda bakoitzean 20 paziente tratatzen direla; horietatik 5 paziente 15 MV-rekin tratatzen dira 3 Gy/saio dosiarekin, eta beste 15 pazienteak 10 MV-rekin (FFF) tratatzen dira 15 Gy/saio dosiarekin, 2. taulan laburbiltzen den bezala. Egunero 2 lan-txanda daude eta astean 5 egunetan egiten da lan.
1029/2022 Errege Dekretuan ezarritako dosi-mugak.
Urte batek 50 aste dituela.
Erabileran besoaren orientazioa ia berdina dela angelu bakoitzerako.

1. taula	
X izpien energiak modu estandarrean (iragazki berdintzailea duela)	6 MV eta 15 MV
Dosi-tasa, modu estandarrean	600 cGy/min (isozentroan)
X izpien energiak FFF moduan (iragazki berdintzailerik gabe)	6 MV eta 10 MV
Dosi-tasa maximoa X izpien erregimenean, FFF moduan	1200 cGy/min 6 MV-rako eta 2400 cGy/min 10 MV-rako (isozentroan)
Iturriaren eta isozentroaren arteko distantzia	100 cm
Eremuaren gehieneko tamaina isozentroan	40 x 40 cm

2. taula				
	Modu estandarrean (15 MV)		**FFF moduan (10 MV)**	
Tratamendu kop./egun	**15 MV-eko tratamendu kopurua egunean**	**Tratamendu bakoitzeko dosia (Gy)**	**10 MV-eko tratamendu kopurua egunean**	**Tratamendu bakoitzeko dosia (Gy)**
40	10	3	30	15

3. taula. FOTOIENTZAKO GERUZA HAMARTZAILEAK					
		10 MV		**15 MV**	
Sorta	**Materiala**	**TVL_1 (cm)**	**TVL_e (cm)**	**TVL_1 (cm)**	**TVL_e (cm)**
Zuzena	Baritadun hormigoia (3,2 g/cm^3)	27	27	28	28



1. irudia

463.- Lan-karga, W, isozentroan hau izango da:

a) 10 MV-ko tratamenduek eragindako lan-karga W(10 MV) = 1125 Gy/aste da; 15 MV-ko tratamenduek eragindakoa, berriz, W(15 MV) = 75 Gy/aste da.

b) 10 MV-ko tratamenduek eragindako lan-karga W(10 MV) = 2250 Gy/aste da; 15 MV-ko tratamenduek eragindakoa, berriz, W(15 MV) = 150 Gy/aste da.

c) 10 MV-ko tratamenduek eragindako lan-karga W(10 MV) = 450 Gy/aste da; 15 MV-ko tratamenduek eragindakoa, berriz, W(15 MV) = 30 Gy/aste da.

d) 10 MV-ko tratamenduek eragindako lan-karga W(10 MV) = 1350 Gy/aste da; 15 MV-ko tratamenduek eragindakoa, berriz, W(15 MV) = 100 Gy/aste da.

464.- Zein da P1 puntuan publikoarentzako babes-helburua lortzeko behar den geruza hamartzaileen *n* kopurua? Kalkulu honetarako, kontuan hartu soilik 10 MV-ko tratamenduek eragindako lan-karga:

a) n = 5,12.
b) n = 5,24.
c) n = 2,12.
d) n = 4,81.



465.- 10 MV-rekin egindako tratamenduek eragindako lan-karga soilik kontuan hartuta, kalkulatu P1 puntuko hesi primarioan behar den baritadun hormigoiaren *t* lodiera:

a) t = 138,24 cm.
b) t = 57,24 cm.
c) t = 129,87 cm.
d) t = 141,48 cm.

466.- Zehaztu aurreko galderan 10 MV-ko lan-kargarako kalkulatutako *t* lodiera egokia den 15 MV-ri dagokion lan-kargarako. Horretarako, kalkulatu P1 puntuan astean transmititutako H dosi baliokidea eta egiaztatu lortutako balioa publikoarentzako helburuko muga-balioa baino txikiagoa den:

a) H(15 MV) = $4{,}2 \cdot 10^{-6}$ Sv/aste da eta, beraz, publikoarentzako asteko muga baino txikiagoa da.
b) H(15 MV) = $1{,}79 \cdot 10^{-6}$ Sv/aste da eta, beraz, publikoarentzako asteko muga baino txikiagoa da.
c) H(15 MV) = $22 \cdot 10^{-6}$ Sv/aste da eta, beraz, publikoarentzako asteko muga baino handiagoa da; kasu honetan 1 edo 2 TVL gehitu beharko dira.
d) H(15 MV) = $2{,}03 \cdot 10^{-6}$ Sv/aste da eta, beraz, publikoarentzako asteko muga baino txikiagoa da.



4. KASUA (467-470 GALDERAK)

Mamografia-ekipo bati kalitate-kontrola egiten zaio. Jarraian, egindako neurketen zati bat aurkezten da, eta horiei buruzko hainbat galdera planteatzen dira.

467.- Tentsioaren zehaztasunaren eta errepikagarritasunaren neurketari buruz: multimetroaren detektorea fokutik 52 cm-ra jarrita, jaurtiketa-serie bat egiten da tentsioa 26 kV-tik 32 kV-ra aldatuz, kargaren balioa 11 mAs-en finko utzita. Lortutako emaitzak hurrengo taulan jaso dira:

hautatutako kV	neurtutako kV
28	28,76
26	26,63
28	28,80
30	30,83
28	28,72
32	33,18
28	28,81

Adierazi erantzun zuzena:

a) Tentsioaren zehaztasuna eta errepikagarritasuna zuzenak dira.
b) Tentsioaren zehaztasuna zuzena da. Errepikagarritasuna okerra da.
c) Tentsioaren zehaztasuna okerra da. Errepikagarritasuna zuzena da.
d) Tentsioaren zehaztasuna eta errepikagarritasuna okerrak dira.

468.- Errendimenduaren balioari buruz: multimetroaren detektorea fokutik 52 cm-ra jarrita, Mo/Mo anodo/iragazki konbinazioarekin, konpresorerik gabe, tentsioa 28 kV-an eta karga 11 mAs-en finkatuta, jaurtiketa bat egiten da eta 1449 µGy-ko dosi neurtua lortzen da. 1 metrora dagoen errendimenduaren balioa hau da:

a) 35,6 µGy/mAs.
b) 42,1 µGy/mAs.
c) 68,5 µGy/mAs.
d) 253,3 µGy/mAs.

469.- Esposizioaren Kontrol Automatikoaren (CAE) egiaztapenari buruz kartulina-pelikula sistema batean: Erradiologoak nahiago duen erreferentzia klinikoaren balioa ekipoko onarpen-probetan 26 kV eta 1,50 DO-ko dentsitate optiko klinikoan finkatu zen; balio hori dentsitate-hautatzailea +1 posizioan dagoenean lortzen da. CAEren egiaztapeneko neurketen balioak hurrengo tauletan jaso dira:

CAEren doikuntza eta errepikagarritasuna

Hautatutako kV	Fantomaren lodiera	Dentsitate-hautatzailea	Beharrezko mAs	Plakaren dentsitatea
26 kV	4,5 cm	+1	91,3	1,50
26 kV	4,5 cm	+1	90,2	1,56
26 kV	4,5 cm	+1	90,9	1,48



Tentsioarekiko konpentsazioa

Hautatutako kV	Fantomaren lodiera	Dentsitate-hautatzailea	Beharrezko mAs	Plakaren dentsitatea
26 kV	**4,5 cm**	**+1**	**90,2**	**1,56**
28 kV	**4,5 cm**	**+1**	**55,1**	**1,59**
30 kV	**4,5 cm**	**+1**	**36,3**	**1,61**
32 kV	**4,5 cm**	**+1**	**23,6**	**1,58**

Lodierarekiko konpentsazioa

Hautatutako kV	Fantomaren lodiera	Dentsitate-hautatzailea	Beharrezko mAs	Plakaren dentsitatea
26 kV	**3 cm**	**+1**	**26,4**	**1,64**
26 kV	**4 cm**	**+1**	**60,5**	**1,58**
26 kV	**4,5 cm**	**+1**	**90,2**	**1,56**
26 kV	**5 cm**	**+1**	**137**	**1,55**
26 kV	**6 cm**	**+1**	**312**	**1,55**

Adierazi erantzun zuzena:

a) CAEren doikuntza- eta errepikagarritasun-probak emaitza okerra ematen du.
b) CAEren tentsioarekiko konpentsazio-probak emaitza okerra ematen du.
c) CAEren lodierarekiko konpentsazio-probak emaitza okerra ematen du.
d) Egindako hiru probek emaitza zuzena ematen dute.

470.- ESAK zehaztea (sarrerako gainazaleko aireko kerma, atzera-sakabanaketarik gabe): ESAK balioa lortu behar da fantoma estandarreko neurketen bidez eta errendimenduaren kalibrazioaren bidez. Aurreko galderan adierazitako baldintza klinikoetarako (26 kV, dentsitate-hautatzailea +1 balioan), detektorea fokutik 52 cm-ra kokatzen dugu. 11 mAs-eko karga finkatuta, 1135 µGy-ko irakurketa lortzen da. Ondoren, 4,5 cm-ko lodierako fantoma estandarra Buckyaren gainean jartzen da. Foku-pelikula distantzia 61,5 cm izanda, foku-fantoma distantzia 57 cm da. Aurreko baldintzak finkatuta (26 kV, dentsitate-hautatzailea +1 balioan) jaurtiketa bat egiten da esposimetria automatikoa erabiliz. 91,3 mAs-eko karga-balioa lortzen da.
Aipatutako baldintza klinikoetan (26 kV, dentsitate-hautatzailea +1, 4,5 cm-ko lodierako fantoma) ESAK balioa hau da:

a) 4,5 mGy.
b) 7,8 mGy.
c) 9,7 mGy.
d) 11,3 mGy.



5. KASUA (471-474)

Gravesen gaixotasuna diagnostikatuta duen paziente batek erradioiodo bidezko tratamendua jasoko du. Medikuntza Nuklearreko Zerbitzuak Erradiofisikako Zerbitzuari eskatzen dio tratamenduaren aurretiko dosimetria egiteko, tiroideari 200 Gy-ko xurgatutako dosia emateko.

Tratamenduaren aurretiko dosimetria egin ahal izateko, Erradiofisikako Zerbitzuak lehenik kalibrazio-koefiziente bat lortu behar du, neurtutako konta-tasa aktibitate bihurtzeko. Kalibrazio-koefizientearen neurketa pazienteen lepoa simulatzen duen fantoma batekin egiten da. Fantomaren antolamendua hau da: 2 cm-ko lodierako PMMAzko 4 xafla jartzen dira ohatilean (guztira 8 cm-ko lodiera); xaflen gainean erradioiodoz betetzen den Petri plaka bat, eta Petri plakaren gainean 2 cm-ko lodierako PMMAzko xafla bat. Gamma-ganberaren detektorea, energia handiko kolimadore batekin, 2 cm-ko lodierako goiko xaflaren gainean kokatzen da, goiko xaflatik kolimadorera 10 cm-ko distantzian.

Petri plaka erradioiodoz betetzeko, I-131ko 30 MBq-ko aktibitatea duen xiringa bat eskatzen da, 364 keV-eko gamma-igorlea, neurketaren eguneko goizeko 8:00etarako. Xiringa Petri plaka batean husten saiatzen da, baina hustu ondoren xiringa 8:05ean neurtzean, 8:00etan xiringan zegoen aktibitatearen hamarren bat geratzen da.

471.- Egun bereko 12:00etan fantomaren irudi planarra eskuratzen da. Eskuratze-baldintzak hauek dira: 10 minutuko denbora, 364 keV-eko energia-leihoa eta % 20ko zabalera. Petri plakaren irudia biltzen duen interes-eskualde batean 6×10^5 konta neurtzen badira, zein da pazienteen eskuratzeetan konta-tasatik aktibitatera pasatzeko erabiliko litzatekeen kalibrazio-koefizientea? (baztertu hondoko zuzenketa)

a) 33,3 cps/MBq.
b) 37,6 cps/MBq.
c) 37,0 cps/MBq.
d) 52,4 cps/MBq.

472.- Tiroidearen masa zenbatesteko, tiroidearen aurreko irudi planarra egiten da gamma-ganberan, ^{99m}Tc-perteknetatoaren 5 MBq-ko aktibitatea administratu ondoren. Erabilitako matrizea 256x256 da, eta pixelaren tamaina (aldea) = 2,40 mm. Irudian tiroidea biltzen duen interes-eskualde bat marrazten da, eta tiroidearen azalera 344 pixel dela kalkulatzen da. Tiroidearen masa-dentsitatea 1,05 g/cm^3 dela kontuan hartuta eta Himankaren formula enpirikoa erabiliz, zein da tiroidearen masa?

a) 27,7 g.
b) 29,1 g.
c) 30,6 g.
d) 69,7 g.



473.- Tratamenduaren aurretiko dosimetria egiteko, astelehen batean goizeko 8:30ean 3 MBq erradioiodo administratzen dira. Ordu berean, aste bereko asteazkenean eta hurrengo asteko astelehenean, pazienteari tiroidearen aurreko irudi planarra egiten zaio 10 minutuz, energia handiko kolimadorearekin. 364 keV-eko leihoan eskuratzen da, % 20ko zabalerarekin, lepotik kolimadorera 10 cm-ko distantzian. Bi irudietan tiroidea biltzen duen interes-eskualde bat marrazten da eta, hurrenez hurren, 20050 eta 10827 konta neurtzen dira. Zein da eliminazio-denbora efektiboa?

a) 108 h.
b) 135 h.
c) 162 h.
d) 195 h.

474.- Azkenik, 0 denborara estrapolatutako tiroidearen kaptazioa % 38 bada, zein aktibitate administratu behar da tiroideari 200 Gy-ko dosi xurgatua emateko?

a) 7,3 MBq.
b) 30,3 MBq.
c) 303 MBq.
d) 727 MBq.



6. KASUA (475-479)

4 detektore (lauak eta digitalak) multzo bat dugu, ezaugarri hauekin:

- Materiala: silizio amorfoa TFTrekin (panel bakarra) – CsI:Tl.
- Matrizearen tamaina: 3268 × 3268.
- Pixelaren tamaina: 127 µm.
- Fabrikatzailearen zehaztapena 1 lp/mm-an: gutxieneko MTF = % 50 eta ohiko MTF = % 59.

DX18 konstantzia-proba batean, modulatze-transferentziaren funtzioaren (MTF) balio hauek lortu dira f(lp/mm) maiztasun espazialaren funtzioan, detektore bakoitzerako:

f(lp/mm)	1. detektorea	2. detektorea	3. detektorea	4. detektorea
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,08	0,98	0,98	0,97	0,97
0,15	0,95	0,95	0,95	0,95
0,23	0,92	0,93	0,92	0,92
0,31	0,89	0,90	0,89	0,89
0,39	0,86	0,87	0,85	0,86
0,46	0,82	0,84	0,82	0,83
0,54	0,78	0,80	0,78	0,79
0,62	0,74	0,77	0,74	0,74
0,69	0,70	0,73	0,70	0,71
0,77	0,65	0,69	0,66	0,67
0,85	0,62	0,65	0,62	0,64
0,93	0,58	0,62	0,58	0,59
1,00	0,54	0,58	0,55	0,56
1,08	0,51	0,55	0,52	0,53
1,16	0,48	0,52	0,47	0,50
1,23	0,44	0,49	0,44	0,46
1,31	0,42	0,46	0,42	0,44

Detektore bakoitzerako f($MTF_{50\%}$) maiztasunaren erreferentziazko balio historikoak hauek dira:

	1. detektorea	2. detektorea	3. detektorea	4. detektorea
$f_{ref}(MTF_{50\%})$ (lp/mm)	1,24	1,42	1,10	1,28

DX18 probarako, konstantzia-tolerantzia $\Delta f(MTF_{50\%}) < \pm 0{,}2$ lp/mm da



475.- Sistemaren Nyquist maiztasuna hau da:

a) 3,15 lp/mm.
b) 3,55 lp/mm.
c) 3,94 lp/mm.
d) 4,50 lp/mm.

476. 1. detektorearen f($MTF_{50\%}$) balioa, gutxi gorabehera, hau da:

a) 1,03 lp/mm.
b) 1,11 lp/mm.
c) 1,16 lp/mm.
d) 1,23 lp/mm.

477. Zein detektorek EZ du betetzen DX18ko konstantzia-tolerantzia f($MTF_{50\%}$) erreferentziazko balioarekin alderatzean?

a) 1. detektorea.
b) 2. detektorea.
c) 3. detektorea.
d) 4. detektorea.

478. Fabrikatzaileak emandako zehaztapenari dagokionez, baieztapen zuzena hau da:

a) Detektore batek ere ez du gutxieneko MTFa betetzen.
b) Guztiek betetzen dute gutxieneko MTFa, eta 2. detektorea da ohiko baliotik hurbilen dagoena.
c) 2. detektoreak bakarrik betetzen du gutxieneko MTFa.
d) Guztiek gainditzen dute % 59ko ohiko MTFa.

479. DX14 proban (irudiaren uniformetasuna), eremu osoko irudi uniforme batean, detektorearen erdiko % 80ko eremuaren barruan, 30 × 30 mm-ko ROIen artean pixelaren batez besteko balio maximoa 1240 da eta minimoa 1100. Uniformetasun globalaren indizeak (UG), gutxi gorabehera, balio hau du:

a) % 6 eta ez du betetzen.
b) % 12 eta betetzen du.
c) % 12 eta ez du betetzen.
d) % 6 eta betetzen du.



7. KASUA (480-484 GALDERAK)

PTW 34001 Roos ereduko ionizazio-ganbera plano-paraleloa kalibratu nahi da elektroi-sorta batean
NE 2571 ionizazio-ganbera zilindrikoarekin egindako interkonparazioaren bidez.

Q_x izan dadila 20 MeV-eko energia nominalari dagokion interkonparazio-sorta, eta Q izan dadila 15 MeV-i dagokion sorta klinikoa. Roos ganberaren kalibrazioa Q_x-en zehaztu nahi da eta ondoren Q sortako uraren xurgatutako dosia kalkulatzeko erabili.

	NE-2571 20 MeV	**Roos 20 MeV**	**Roos 15 MeV**
R_{50}	8 g/cm^2	8 g/cm^2	6 g/cm^2
P	1018 mbar	1018 mbar	1017 mbar
T	24,1 °C	24,1 °C	23,5 °C
k_s	1,017	1,016	1,016
k_{pol}	1,000	1,000	1,000
M	56,12 nC	31,1 nC	30,6 nC

NE 2571 ganberaren kalibrazio-ziurtagiriak $N_{D,w,Qint}$ = 40,97 mGy/nC ematen du. Ziurtagiri horretan, Q_{int} kalitatea R_{50} =7,5 g/cm^2 duen sorta baten bidez definituta dago.

Kalibrazio-ziurtagiriko erreferentzia-baldintzak: T = 20 ºC eta P = 1013,25 mBar



CUADRO 21. VALORES DE $k_{Q,Q_{int}}$ CALCULADOS[a] PARA DISTINTOS MODELOS DE CÁMARAS CALIBRADAS EN HACES DE ELECTRONES, EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL HAZ R_{50} (Q_{int} = 7.5 g/cm^2)

Tipo de cámara de ionización[b]	Índice de calidad del haz, R_{50} (g/cm^2)													
	1,0c	1,4	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	10,0
PTW 34001 Roos	1,0851	1,0742	1,0600	1,0500	1,0412	1,0337	1,0271	1,0214	1,0164	1,0122	1,0084	1,0024	0,9979	0,9919
IBA NACP-02	1,0855	1,0743	1,0599	1,0497	1,0409	1,0332	1,0267	1,0210	1,0161	1,0119	1,0082	1,0023	0,9980	0,9923
PTW 34045 Advanced Markus	1,0861	1,0747	1,0601	1,0498	1,0409	1,0332	1,0266	1,0209	1,0160	1,0118	1,0082	1,0023	0,9980	0,9924
PTW 23343 Markus	1,0705	1,0620	1,0507	1,0425	1,0354	1,0291	1,0236	1,0188	1,0146	1,0108	1,0076	1,0022	0,9981	0,9924
IBA PPC40	1,0826	1,0721	1,0583	1,0485	1,0401	1,0327	1,0263	1,0208	1,0160	1,0118	1,0082	1,0024	0,9980	0,9922
IBA PPC05	1,0647	1,0572	1,0474	1,0401	1,0337	1,0279	1,0229	1,0183	1,0143	1,0107	1,0076	1,0022	0,9980	0,9921
Exradin A10	1,0714	1,0611	1,0482	1,0393	1,0317	1,0254	1,0200	1,0155	1,0117	1,0085	1,0058	1,0016	0,9986	0,9950
Exradin A11	1,0720	1,0615	1,0483	1,0393	1,0316	1,0252	1,0199	1,0154	1,0116	1,0084	1,0057	1,0016	0,9987	0,9952
Exradin P11	1,1113	1,0944	1,0733	1,0590	1,0472	1,0373	1,0291	1,0223	1,0167	1,0120	1,0081	1,0022	0,9982	0,9934
Sun Nuclear SNC350p	1,0851	1,0742	1,0600	1,0500	1,0412	1,0337	1,0271	1,0214	1,0164	1,0122	1,0084	1,0024	0,9979	0,9919
NE 2571					1,0235	1,0180	1,0139	1,0106	1,0080	1,0059	1,0040	1,0012	0,9990	0,9959
IBA FC65-G					1,0249	1,0195	1,0154	1,0120	1,0091	1,0068	1,0047	1,0014	0,9988	0,9949
Exradin A12					1,0260	1,0205	1,0162	1,0127	1,0097	1,0072	1,0051	1,0015	0,9987	0,9944
Exradin A19					1,0254	1,0202	1,0161	1,0127	1,0098	1,0073	1,0051	1,0015	0,9986	0,9942
PTW 30013					1,0240	1,0186	1,0145	1,0112	1,0085	1,0062	1,0043	1,0012	0,9989	0,9955
PTW 30012					1,0264	1,0207	1,0162	1,0126	1,0096	1,0071	1,0049	1,0014	0,9987	0,9947

Nota: Los datos proceden de un análisis de factores de corrección obtenidos mediante experimentación y cálculos por el método de Montecarlo y constituyen los mejores cálculos disponibles en la actualidad de los valores que han de utilizarse en los tipos de cámaras de ionización que se enumeran.

[a] Los valores se proporcionan con cuatro decimales para que los datos puedan interpolarse con facilidad. Ello no conlleva el cálculo de incertidumbres equivalentes.

[b] En este cuadro solo se incluyen las cámaras que se ha constatado que pueden utilizarse como cámaras de referencia [98, 141, 174]. Es posible que otros tipos de cámaras sean adecuados para dosimetría relativa.

[c] Los datos que se presentan corresponden a una calidad de haz R_{50} = 1 g/cm^2, sin embargo, la ausencia de verificación experimental en esa energía hace que la incertidumbre sea mayor que la que se indica en la sección 7.10. Se recomienda utilizar factores $k_{Q,Q_{int}}$ calculados mediante experimentación para R_{50} < 1.4 g/cm^2.

480.- NE-2571 ganberaren 20 MeV-eko sortako M_{corr} irakurketa zuzendua, gutxi gorabehera, hau da:

a) 57,08 nC.
b) 57,60 nC.
c) 57,94 nC.
d) 58,18 nC.



481.- NE-2571 ganberarekin 20 MeV-eko sortarako zehaztutako uraren dosi xurgatua, gutxi gorabehera, hau da:

a) 2,341 Gy.
b) 2,358 Gy.
c) 2,381 Gy.
d) 2,399 Gy.

482.- Roos ganberaren 20 MeV-eko interkonparazio bidezko $N_{D,w,20MeV}$ kalibrazio-faktorea, gutxi gorabehera, hau da:

a) 72,68 mGy/nC.
b) 73,93 mGy/nC.
c) 75,11 mGy/nC.
d) 81,49 mGy/nC.

483.- Roos ganberarentzat, 20 MeV-eko sortatik (R_{50} = 8,0) 15 MeV-eko sortara (R_{50} = 6,0) pasatzean, kalitate-transferentziako faktorea, gutxi gorabehera, hau da:

a) 0,9896.
b) 1,0040.
c) 1,0105.
d) 0,9960.

484.- 15 MeV-eko elektroi-sortarako uraren dosi xurgatua, Roos ganberarekin neurtua eta 20 MeV-etik transferitutako kalibrazioa erabiliz, gutxi gorabehera, hau da:
a) 2,319 Gy.
b) 2,342 Gy.
c) 2,358 Gy.
d) 2,381 Gy.



8. KASUA (485-490 GALDERAK)

6 MV-ko fotoi-energia bakarreko azeleragailu lineal bat eraikuntza berriko bunker batean instalatu ondoren, dosi-neurketak egiten dira intereseko hainbat puntutan egindako blindajeak egiaztatzeko. Postu bakoitzean neurtutako berehalako dosi-tasak, IDR (*Instantaneous Dose Rate*), eta hesi mota hurrengo taulakoak dira. Kasu guztietan, adierazitako balioa azeleragailuaren besoaren orientaziorik kaltegarrienari dagokiona da. Neurketa guztiak 200 UM/min-ko irradiazio-tasa erabiliz egiten dira.

Neurketa-postua	Hesi mota	IDR (µSv/h)
Azeleragailuaren kontrol-gela	Sekundarioa	10
Ondoko azeleragailuaren tratamendu-gela	Primarioa	25
Korridorea	Sekundarioa	6
Itxarongela	Primarioa	35
Kontsulta	Sekundarioa	2
Kanpoaldea (goiko solairua)	Primarioa	160

Neurtutako balioak dosiak zenbatesteko erabiliko dira, sortaren erabilera-baldintzak kontuan hartuta.

Blindajeen kalkulua honako suposizio hauetatik abiatuta egin zen:

- Lan-karga 10^6 mGy-iso/aste da lan-txanda bakoitzeko. Tratamendu konbentzionalak bakarrik egingo dira.
- Okupazio handieneko orduan, batezbestekoaren hirukoitza den lan-karga hartzen da kontuan, asteko batezbestekoaren lan-konfigurazio berekin.
- Azeleragailuaren kalibrazioa 1 cGy-iso/UM da erreferentzia-baldintzetan.
- Hesi primarioetarako U = 0,25 hartzen da kontuan.
- 40 h/asteko eta 50 aste/urteko lanaldia hartzen da.
- Postu bakoitzaren okupazioaren deskribapena hau da:

Neurketa-postua	Langile mota	Okupazio-faktorea T
Azeleragailuaren kontrol-gela	Esposiziopeko langileak	1
Ondoko azeleragailuaren tratamendu-gela	Esposiziopeko langileak	1/2
Korridorea	Publikoa	1/5
Itxarongela	Publikoa	1/20
Kontsulta	Publikoa	1
Kanpoaldea (goiko solairua)	Publikoa	1/40

Erabilitako dosi-murriztapenak hauek izan ziren:

- Esposiziopeko langileak: 5 mSv/urte
- Publikoa: 1 mSv/urte
- Gainera, $TADR_h$< 20 µSv/h eskatzen da.



485.- Hesi sekundario baterako asteko sorta-denbora baliokidea hau da:

a) 4,17 h/aste.
b) 8,33 h/aste.
c) 16,7 h/aste.
d) 10,0 h/aste.

486.- Hesi primario baterako urteko sorta-denbora baliokidea hau da:

a) 104,17 h/urte.
b) 208,33 h/urte.
c) 416,67 h/urte.
d) 52,08 h/urte.

487.- Azeleragailuaren kontrol-gelako urteko dosia hau da:

a) 0,417 mSv/urte.
b) 4,17 mSv/urte.
c) 8,33 mSv/urte.
d) 10,0 mSv/urte.

488.- Ondoko azeleragailuaren tratamendu-gelako urteko dosia hau da:

a) 0,52 mSv/urte.
b) 1,30 mSv/urte.
c) 2,60 mSv/urte.
d) 5,21 mSv/urte.

489.- Zein postutan edo postuetan ez da betetzen $TADR_h$ irizpidea?

a) Korridorean eta kanpoaldean (goiko solairua).
b) Korridorean soilik.
c) Itxarongelan eta kanpoaldean (goiko solairua).
d) Kanpoaldean soilik (goiko solairua).

490.- $TADR_h$ irizpidea betetzen ez duen postuak zer gutxieneko suplementazio gehigarri behar du, TVLtan adierazita? (Postu batek baino gehiagok betetzen ez badu, kalkulua gehien gainditzen duenarentzat egin):

a) 0,02 TVL.
b) 0,05 TVL.
c) 0,10 TVL.
d) 0,25 TVL.



9. KASUA (491-495 GALDERAK)

Lepoko ornoetan metastasi mingarria duen paziente baten kasua aurkezten da; paziente horri erradioterapia paliatiboa agindu zaio. Helburu analgesikorako teknika egokia erabiltzeko, bi alboko eremu kontrajarri eta erdiko lerroan kokatutako isozentroa dituen tratamendua planifikatzen da. Erabilitako sorta 6 MV-ko fotoiena da.

Tratamendua isozentroan 10 cm × 14 cm-ko eremu batekin definitzen da. Maila anatomiko horretan pazientearen alboko lodiera 12 cm da. Preskribatutako dosia 20 Gy da 5 frakziotan, bi sorten artean modu uniformean banatuta.

Datu hauek daude:

UM bakoitzeko xurgatutako dosia erreferentzia-baldintzetan	
Magnitudea	**Balioa**
Dosia/UM	0,8215 cGy/UM
DFS	90 cm
Sakonera	10 cm
Eremua	10 x 10 cm^2

TPR taula (6 MV-ko fotoiak)								
Sak. (cm)	**5x5**	**10x10**	**12x12**	**15x15**	**18x18**	**20x20**	**24x24**	**30x30**
5,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5,5	0,982	0,984	0,985	0,987	0,988	0,989	0,990	0,992
6,0	0,964	0,968	0,970	0,973	0,975	0,976	0,979	0,982
6,5	0,946	0,952	0,955	0,959	0,961	0,963	0,966	0,970
7,0	0,928	0,937	0,941	0,946	0,949	0,951	0,955	0,960
8,0	0,893	0,906	0,911	0,917	0,920	0,922	0,927	0,935
9,0	0,858	0,875	0,881	0,888	0,892	0,895	0,900	0,909
10,0	0,823	0,842	0,849	0,857	0,862	0,865	0,871	0,882

Uraren eremu-faktoreak (DFS=95 cm, sak.=5 cm)									
Eremua (cm^2)	**4x4**	**5x5**	**7x7**	**10x10**	**12x12**	**15x15**	**20x20**	**30x30**	**40x40**
OF	0,908	0,929	0,962	1,000	1,013	1,036	1,064	1,101	1,116



491.- Tratatu beharreko eremuaren alde karratu baliokidea, c_{eq} (Sterlingen formula), gutxi gorabehera, hau da:

a) 10,8 cm.
b) 11,3 cm.
c) 11,7 cm.
d) 12,2 cm.

492.- Tratatu beharreko eremuaren karratu baliokideari dagokion uraren eremu-faktorea, $OF(c_{eq})$, gutxi gorabehera, hau da:

a) 1,000.
b) 1,008.
c) 1,011.
d) 1,013.

493.- Tratamendu honetarako, isozentroan UM bakoitzeko uraren xurgatutako dosia, gutxi gorabehera, hau da:

a) 0,904 cGy/UM.
b) 0,936 cGy/UM.
c) 0,956 cGy/UM.
d) 0,982 cGy/UM.

494.- Preskribatutako dosia emateko behar diren monitore-unitateak, eremu eta frakzio bakoitzeko, gutxi gorabehera, hauek dira:

a) 205 UM.
b) 209 UM.
c) 212 UM.
d) 218 UM.

495.- Pazientearen benetako alboko lodiera 13 cm balitz 12 cm izan beharrean, gainerako parametroak konstante mantenduta eta sakoneran interpolazio lineala erabiliz, eremu bakoitzeko UMak, gutxi gorabehera, hauek lirateke:

a) 209 UM.
b) 212 UM.
c) 215 UM.
d) 218 UM.



10. KASUA (496-500 GALDERAK)

ZIUko bular AP eta abdomen AP azterketetarako den DR detektore eramangarri haririk gabeko baten erreferentzia-proban, sistemaren software-eguneratze baten ondoren, espezialistak hainbat egiaztapen egiten ditu.

Detektorea karakterizatzeko, RQA5etik hurbil dagoen sorta-kalitatea erabiltzen da. Probetako batean detektorearen gainean 10 cm PMMArekin lan egiten da, eta beste batean Al-1100eko 21 mm-ren baliokidea den iragazketa gehigarria erabiltzen da protokoloaren erreferentzia-baldintzak erreproduzitzeko. Datu hauek daude:

Erantzun-funtzioa 10 cm PMMArekin

- 10 cm PMMArekin egindako saiakuntza-baldintzetan, PV pixel-balioaren eta hartzaileko *K* kerma intzidentearen arteko erlazioa hau da: $PV = 120 \cdot K + 90$ (*K* µGy-tan adierazita).
- Irudiaren eskualde homogeneo batean ROI bat hautatzen da analisi kuantitatiborako, eta pixelaren batez besteko balioa *VMP* = 390 eta desbideratze estandarra *DE* = 42 lortzen dira.

Esposizio-indizea

- Sistema honetarako, kalibrazio-baldintzetan, EI esposizio-indizearen eta K-ren arteko erlazioa, K µGy-tan adierazita, hau da:
  - $EI = 100\ K$
- Bular AP eramangarriko eskuratze kliniko batean, sistemak hau erakusten du:
  - *EI* = 316 eta desbideratze-indizea *DI* = +1,0

EIren egiaztapena pixel-balioaren bidez

- Beste egiaztapen batean, jatorrizko irudiarekin eginda, pixel-balioaren eta kermaren arteko erlazioa lineala dela eta jatorritik pasatzen dela lortzen da: $PV = s \cdot K$. Eremu-tamainaren lau konbinaziotarako, malda hauek neurtu dira:

K-rako erabilitako eremua	VMPrako erabilitako eremua	s malda
16 × 16 cm^2	16 × 16 cm^2	740,7
16 × 16 cm^2	35 × 35 cm^2	833,3
35 × 35 cm^2	16 × 16 cm^2	909,1
35 × 35 cm^2	35 × 35 cm^2	740,7

- Fabrikatzaileak adierazpen hau erabiltzen du:
  - $EI = a\ PV + b$

  eta *EI* sistemak erabilitako jatorrizko iruditik abiatuta kalkulatzen da.
- Irudi batean, fabrikatzaileak erabilitako ROIaren gainean, hauek lortzen dira:
  - *PV* = 1110 *for processing* modalitatean
  - *PV* = 2480 *for presentation* modalitatean



Sentikortasun-atalasea TO20 fantomarekin
TO20rekin egindako proba batean, EI = 220 izanik, hurrengo diametroak eta atalase-kontrasteak lortzen dira:

Diametroa (mm)	Atalase-kontrastea
10,0	0,010
6,3	0,013
4,0	0,017
2,5	0,023
1,6	0,032
1,0	0,045

496.- ROIko VMP pixelaren batez besteko balioaren eta DE desbideratze estandarraren kerman linealizatutako balioak, hurrenez hurren, hauek dira:

a) 2,50 µGy eta 0,35 µGy.
b) 2,50 µGy eta 0,42 µGy.
c) 3,25 µGy eta 0,35 µGy.
d) 3,25 µGy eta 0,42 µGy.

497.- Proiekzio kliniko horretarako EI_T helburuko esposizio-indizea hau da:

a) 200.
b) 223.
c) 251.
d) 316.

498.- 16 × 16 cm^2 eremu-konbinaziorako, bai K-ren neurketan bai VMPren neurketan, a eta b balioak hauek dira:

a) a = 0,100, b = -0,256.
b) a = 0,125, b = 0.
c) a = 0,135, b = 0.
d) a = 0,125, b = -0,100.

499.- Egiaztapen berean, EI eta intzidente den kerma primarioa, hurrenez hurren, hauek dira:

a) EI = 150, K = 1,50 µGy.
b) EI = 150, K = 2,48 µGy.
c) EI = 335, K = 3,35 µGy.
d) EI = 248, K = 2,48 µGy.

500.- 2,5 µGy-ra erreferentziatutako irudi-kalitatearen alderantzizko faktorearen, IQF_{inv}, balioa, gutxi gorabehera, hau da:

a) 248.
b) 264.
c) 277.
d) 301.