

434.

Na osnovu člana 14 stav 4 Zakona o metrologiji ("Službeni list CG", broj 79/08), Ministarstvo ekonomije donijelo je

PRAVILNIK

O METROLOŠKIM ZAHTJEVIMA ZA MJERILA JONIZUJUĆIH ZRAČENJA

("Službeni list Crne Gore", br. 023/18 od 13.04.2018)

Predmet

Član 1

Ovim pravilnikom propisuju se metrološki zahtjevi koje moraju ispunjavati mjerila jonizujućih zračenja koja se koriste u funkciji zaštite imovine, životne sredine i prirodnih resursa, zaštite na radu i zaštite od nezgoda (u daljem tekstu: detektori) i način označavanja detektora.

Detektori

Član 2

Detektori su uređaji za otkrivanje radioaktivnih zračenja i mjerenje njihovih karakteristika i to:

- 1) poluprovodnički detektor - spektrometar gama zračenja;
- 2) poluprovodnički detektor - spektrometar alfa zračenja;
- 3) scintilacioni detektor - spektrometar gama zračenja;
- 4) scintilacioni detektor - spektrometar alfa zračenja;
- 5) plastični scintilacioni brojač;
- 6) tečni scintilacioni brojač;
- 7) proporcionalni brojač; i
- 8) Gajger Milerov brojač.

Vrste detektora

Član 3

Poluprovodnički detektor - spektrometar gama zračenja je uređaj za mjerenje aktivnosti i analizu spektara energija gama emitera, proizvodnjom i pomjeranjem slobodnih nosilaca naelektrisanja proizvedenih apsorpcijom upadnog gama zračenja u detektoru.

Poluprovodnički detektor - spektrometar alfa zračenja je uređaj za analizu spektara energija i mjerenje intenziteta emisije alfa zračenja, proizvodnjom i pomjeranjem slobodnih nosilaca naelektrisanja proizvedenih apsorpcijom zračenja upadnih alfa čestica u detektoru.

Scintilacioni detektor - spektrometar gama zračenja je uređaj za mjerenje aktivnosti i analizu spektara energija gama emitera, kod koga usljed interakcije gama-zračenja s materijalom detektora dolazi do emisije svjetlosti koja se, posredstvom fotomultiplikatora optički povezanog sa scintilatorom, pretvara u električni impuls.

Scintilacioni detektor - spektrometar alfa zračenja je uređaj za mjerenje aktivnosti i analizu spektara energija alfa emitera, kod koga usljed interakcije alfa-zračenja s materijalom detektora dolazi do emisije svjetlosti koja se, posredstvom fotomultiplikatora optički povezanog sa scintilatorom, pretvara u električni impuls.

Plastični scintilacioni brojač je uređaj za mjerenje aktivnosti beta emitera, maksimalnih energija od 155 keV do 2,3 MeV, kod koga usljed interakcije beta čestica sa plastičnim scintilatorom dolazi do emisije svjetlosti koja se, posredstvom fotomultiplikatora, pretvara u električni impuls.

Tečni scintilacioni brojač je uređaj za mjerenje aktivnosti niskoenergetskih beta emitera (prvenstveno ^3H i ^{14}C), kod koga usljed interakcije beta čestica sa tečnim scintilatorom dolazi do emisije svjetlosti koja se, posredstvom fotomultiplikatora, pretvara u električni impuls.

Proporcionalni brojač je protočni gasni detektor koji daje impuls srazmjeran energiji koju čestica utroši u aktivnoj zapremini detektora, mjeri u prostornom uglu 2π ili 4π i namijenjen je za mjerenje ukupne alfa i beta aktivnosti.

Gajger Milerov brojač je gasni detektor za detekciju jonizujućeg zračenja.

Značenje izraza

Član 4

Izrazi upotrijebljeni u ovom pravilniku imaju sljedeća značenja:

- 1) fotomultiplikator je dio detektora koji pretvara vidljivu svjetlost u mjerljivu električnu energiju;
- 2) razlaganje sistema je veličina koja kod određene energije karakteriše mogućnost uređaja da razdvoji energije detektovanih fotona i definisana je kao izmjerena širina na polovini visine pika u funkciji energije;
- 3) širina na polovini visine pika (FWHM) je rastojanje na apscisi između dvije tačke na krivoj, čije su ordinate na polovini ordinate maksimuma pika;
- 4) širina na desetini visine pika (FWTM) je rastojanje na apscisi između dvije tačke na krivoj, čije su ordinate na desetini ordinate maksimuma pika;
- 5) položaj pika je energija ili redni broj kanala koji odgovara sredini pika u spektru visine impulsa;
- 6) površina pika je ukupan broj impulsa koji se nalaze ispod pika, u spektru visine impulsa, korigovan na fon;
- 7) odnos pik/Kompton je odnos amplitude spektra na lokaciji pika i prosječne vrijednosti amplitude, na ravnom dijelu Komptonovog kontinuuma;
- 8) efikasnost detekcije je odnos broja detektovanih fotona ili čestica i broja fotona ili čestica koje emituje izvor;
- 9) relativna efikasnost detektora je odnos efikasnosti za gama liniju 1332,5 keV tačkastog izvora ^{60}Co , postavljenog na 25 cm od površine detektora i efikasnosti istog izvora mjenenog na isti način natrijum jodidnim detektorom dopiranim talijumom Nal(Tl), dimenzija kristala 76,2 mm x 76,2 mm, izraženo u procentima;
- 10) mrtvo vrijeme detektora je vremenski interval u kojem je detektor neosjetljiv na zračenje;
- 11) vrijeme oporavljanja detektora je vremenski interval u kojem se proizvode impulsi smanjene amplitude;
- 12) plato je oblast u kojoj, pri naponima većim od početnog napona, broj impulsa u jedinici vremena ostaje približno konstantan;
- 13) nagib platoa je relativni porast broja impulsa, za određeni priraštaj visokog napona.

Zahtjevi za poluprovodničke detektore - spektrometar gama zračenja

Član 5

Poluprovodnički detektor - spektrometar gama zračenja sastoji se od:

- 1) detektora;
- 2) izvora napajanja visokog napona;
- 3) predpojačivača i pojačivača;
- 4) višekanalnog analizatora impulsa;
- 5) uređaja za zapis rezultata mjerenja; i
- 6) zaštitnog oklopa.

Poluprovodnički detektor - spektrometar gama zračenja treba da sadrži:

- 1) materijal: germanijum u kojem je driftovan litijum Ge (Li) ili čisti germanijum;
- 2) oblik kristala: planarni, koaksijalni ili sa tunelom (jamom);
- 3) širinu na polovini visine pika (FWHM): na 1332,5 keV ispod 2,5 keV;
- 4) širinu na desetini visine pika (FWTM): na 1332,5 keV ispod 5 keV;
- 5) odnos pik/Kompton: od 10:1 do 60:1; i
- 6) relativnu efikasnost detektora: $\geq 10\%$.

Zahtjevi za poluprovodničke detektore - spektrometar alfa zračenja

Član 6

Poluprovodnički detektor - spektrometar alfa zračenja sastoji se od:

- 1) silicijumskog detektora sa površinskom barijerom u vakuumskoj komori;
- 2) izvora napajanja;
- 3) predpojačivača i pojačivača;
- 4) vakuumske pumpe;
- 5) višekanalnog analizatora impulsa; i

6) uređaja za zapis rezultata mjerenja.

Poluprovodnički detektor - spektrometar alfa zračenja treba da ima:

- 1) aktivnu površinu silicijumskog detektora: od 100 mm² do 1000 mm²;
- 2) debljinu osjetljivog sloja silicijumskog detektora: od 50 μm do 100 pm;
- 3) napon napajanja silicijumskog detektora: od 50 V do 100 V, odnosno prema uputstvu proizvođača;
- 4) širinu na polovini visine pika (FWHM): od 24 keV do 50 keV;
- 5) širinu na polovini visine pika (FWHM) za energiju 5,4856 MeV: < 30 keV;
- 6) linearnost uređaja za energetski opseg od 3 MeV do 8 MeV: < ± 0,1%;
- 7) fon u energetskom opsegu od 3 MeV do 8 MeV: <100 impulsa za 24 časa; i
- 8) pritisak u vakumskoj komori: od 0,1 Pa do 1 Pa.

Zahtjevi za scintilacione detektore - spektrometar gama zračenja

Član 7

Scintilacioni detektor - spektrometar gama zračenja sastoji se od:

- 1) scintilatora - kristal natrijum jodida dopiran talijumom Nal(Tl);
- 2) fotomultiplikatora;
- 3) izvor napajanja visokog napona;
- 4) predpojačivača i pojačivača;
- 5) višekanalnog analizatora impulsa;
- 6) uređaja za zapis rezultata mjerenja; i
- 7) zaštitnog oklopa.

Scintilacioni detektor - spektrometar gama zračenja treba da ima:

- 1) prečnik i visinu cilindričnog kristala od 51 mm do 76 mm;
- 2) efikasnost za tačkasti izvor u kontakt geometriji na energiji od 661,66 keV: veća od 6%;
- 3) razlaganje za energiju 661,66 keV: < 60 keV; i
- 4) odnos pik/Kompton: ≥ 10.

Zahtjevi za scintilacione detektore - spektrometar alfa zračenja

Član 8

Scintilacioni detektor - spektrometar alfa zračenja sastoji se od:

- 1) scintilatora;
- 2) fotomultiplikatora;
- 3) izvora napajanja;
- 4) pretpojačivača i pojačivača;
- 5) uređaja za zapis rezultata mjerenja.

Scintilacioni detektor - spektrometar alfa zračenja treba da ima:

- 1) površinsku masu sloja scintilatora na staklenoj ili transparentnoj pločici: od 10 mg/cm² do 25 mg/cm²;
- 2) površinsku masu prozora detektora: ≤ 1 mg/cm²;
- 3) prečnik prozora detektora: od 24 mm do 76 mm;
- 4) radni napon: od 900 V do 1100 V ili prema uputstvu proizvođača;
- 5) mrtvo vrijeme: ≤ 10 μs;
- 6) brzinu brojanja fona: ≤ 0,2 s⁻¹.

Zahtjevi za plastične scintilacione brojače

Član 9

Plastični scintilacioni brojač sastoji se od:

- 1) plastičnog scintilatora;
- 2) fotomultiplikatora;

- 3) izvora napajanja visokog napona;
- 4) predpojačivača i pojačivača;
- 5) uređaja za zapis rezultata mjerenja; i
- 6) zaštitnog oklopa.

Plastični scintilacioni brojač treba da ima:

- 1) gustinu plastičnog scintilatora: $\approx 0,1 \text{ g/cm}^3$;
- 2) površinsku masu prozora: $\approx 0,5 \text{ mg/cm}^2$;
- 3) efikasnost za izvor površinske mase $< 0,1 \text{ mg/cm}^2$: $\geq 20\%$;
- 4) brzinu brojanja fona: $\leq 3 \text{ s}^{-1}$; i
- 5) mrtvo vrijeme: $\leq 5 \text{ } \mu\text{s}$.

Zahtjevi za tečne scintilacione brojače

Član 10

Tečni scintilacioni brojač sastoji se od:

- 1) tečnog scintilatora u providnoj bočici;
- 2) jednog ili dva fotomultiplikatora;
- 3) izvora napajanja visokog napona;
- 4) pretpojačivača i pojačivača; i
- 5) uređaja za zapis rezultata mjerenja.

Tečni scintilacioni brojač treba da ima:

- 1) efikasnost za neugašeni standardni izvor ^3H : $\geq 50\%$;
- 2) brzinu brojanja fona: $\leq 0,7 \text{ s}^{-1}$; i
- 3) mrtvo vrijeme: $\leq 2 \text{ } \mu\text{s}$.

Zahtjevi za proporcionalne brojače

Član 11

Proporcionalni brojač sastoji se od:

- 1) protočnog gasnog detektora;
- 2) izvora napajanja visokog napona;
- 3) pretpojačivača i pojačivača;
- 4) uređaja za zapis rezultata mjerenja; i
- 5) zaštitnog oklopa.

Proporcionalni brojač treba da ima:

- 1) početni napon: $\geq 1000 \text{ V}$;
- 2) dužinu platoa: $\geq 200 \text{ V}$;
- 3) nagib platoa: $\leq 0,3\%/100 \text{ V}$;
- 4) radni napon: polovina platoa;
- 5) vrijednost fona: $\leq 0,1 \text{ s}^{-1}$ za alfa zračenje i $\leq 1 \text{ s}^{-1}$ za beta zračenje;
- 6) radni gas: metan, 90% argon -10% metan, butan, ksenon, propan; i
- 7) efikasnost brojača: $\geq 20\%$ za alfa zračenje i $\geq 30\%$ za beta zračenje.

Zahtjevi za Gajger Milerove brojače

Član 12

Gajger Milerov brojač sastoji se od:

- 1) gasnog detektora;
- 2) izvora napajanja; i
- 3) kućišta.

Gajger Milerov brojač treba da ima:

- 1) površinsku masu prozora brojača: od 1 mg/cm^2 do 5 mg/cm^2 ;
- 2) gaseću komponentu brojača: organske pare ili halogeni elementi;
- 3) početni napon:
 - a) za brojače sa organskim parama kao gasećom komponentom (GMO): od 800 V do 1400 V;
 - b) za brojače sa halogenim elementima kao gasećom komponentom (GMH): od 300 V do 400 V;
- 4) dužinu platoa:
 - a) za GMO: $\geq 150 \text{ V}$;
 - b) za GMH: $\geq 100 \text{ V}$;
- 5) nagib platoa:
 - a) za GMO: $\leq 10\%/100 \text{ V}$;
 - b) za GMH: $\leq 15\%/100 \text{ V}$;
- 6) radni napon: između trećine i polovine platoa;
- 7) mrtvo vrijeme: $\leq 200 \mu\text{s}$;
- 8) vrijeme oporavljanja: $\leq 250 \mu\text{s}$; i
- 9) brzinu brojanja fona: $\leq 5,0 \text{ s}^{-1}$.

Natpisi i oznake

Član 13

Na detektoru moraju da budu istaknuti:

- 1) naziv ili znak proizvođača;
- 2) naziv ili oznaka modela; i
- 3) serijski broj i godina proizvodnje.

Natpisi i oznake iz stava 1 ovog člana, moraju da budu postavljeni na vidnom mjestu, jasno čitljivi na način da se ne mogu lako izbrisati ni skinuti.

Prestanak primjene

Član 14

Danom stupanja na snagu ovog pravilnika prestaju da se primjenjuju Pravilnik o metrološkim uslovima za poluprovodničke brojače-spektrometre gama-zračenja ("Službeni list. SFRJ", broj 22/91), Pravilnik o metrološkim uslovima za scintilacione detektore- spektrometre gama zračenja ("Službeni list SRJ", br. 31/93, 42/93 i 44/93), Pravilnik o metrološkim uslovima za Gajger-Milerove brojače ("Službeni list SRJ", broj 56/94), Pravilnik o metrološkim uslovima za scintilacione detektore alfa zračenja ("Službeni list SRJ", broj 56/94), Pravilnik o metrološkim uslovima za proporcionalne brojače-radne etalone ("Službeni list SRJ", broj 76/94), Pravilnik o metrološkim uslovima za poluprovodničke detektore - spektrometre alfa-zračenja ("Službeni list SRJ", broj 26/92) i Pravilnik o metrološkim uslovima za plastične scintilacione brojače ("Službeni list SRJ", broj 34/96).

Stupanje na snagu

Član 15

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objavljivanja u "Službenom listu Crne Gore".

Broj: 330-231/2017-3

Podgorica, 4. aprila 2018. godine

Ministarka,

Dragica Sekulić, s.r.