

INTERFACULTAIR REACTOR INSTITUUT

TU DELFT

Examen Stralingsbeschermingsdeskundige

Deskundigheidsniveau 3

15 december 1997

VRAGEN PARATE KENNIS

Beschikbare tijd : 60 minuten

Bij de beantwoording van deze vragen mogen GEEN boekwerken, aantekeningen e.d. worden geraadpleegd.

**Dit examenonderdeel omvat 7 pagina's.
Wilt u dit controleren?**

Examennummer :

MEERKEUZE VRAGEN

Omcirkel de letter behorend bij het antwoord dat naar uw mening juist is (slechts één van de vier keuzemogelijkheden wordt geacht juist te zijn!).

1. Een activiteit van 1 millicurie (mCi) komt overeen met
 - a. 37 kBq
 - b. 37 MBq
 - c. 37 GBq
 - d. 37 TBq
2. De massieke ('specifieke') activiteit van een zuiver ('dragervrij') radionuclide is evenredig met
 - a. de molaire massa M
 - b. de halveringstijd $T_{1/2}$
 - c. de vervalconstante λ
 - d. de volumieke massa ρ
3. Welke dikte moet een perspex β -bril (dichtheid $1,2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) minimaal hebben om alle β -deeltjes uitgezonden door een onafgeschermd ^{32}P -bron ($E_{\beta \text{ max}} = 1,71 \text{ MeV}$) tegen te houden?
 - a. 0,25 cm
 - b. 0,36 cm
 - c. 0,75 cm
 - d. 1,0 cm
4. Welke fractie van de energie van de β -deeltjes uitgezonden door een ^{32}P -bron ($E_{\beta \text{ max}} = 1,71 \text{ MeV}$) wordt bij volledige afremming in perspex ($Z_{\text{eff}} = 6$) gemiddeld omgezet in remstraling?
 - a. $6 \cdot 10^{-4}$
 - b. $2 \cdot 10^{-3}$
 - c. $2 \cdot 10^{-2}$
 - d. $5 \cdot 10^{-2}$
5. Welk wisselwerkingsproces van fotonen met materie is het meest werkzaam bij de verzwakking door lood van een smalle bundel röntgenstraling opgewekt bij een spanning van 200 keV?
 - a. foto-elektrisch effect
 - b. comptoneffect
 - c. paarvorming
 - d. coherente (Rayleigh) verstrooiing
6. Bij de beschouwing van de wisselwerking van fotonen met materie onderscheidt men gewoonlijk een viertal lineïeke wisselwerkingscoëfficiënten, respectievelijk aangeduid met de symbolen μ , μ_{en} , μ_{a} en μ_{tr} . Welk van onderstaande uitspraken over deze coëfficiënten is **onjuist**?
 - a. van deze vier heeft μ de **grootste** waarde, bij gegeven fotonenergie en materiaalsoort
 - b. μ_{en} wordt gebruikt bij berekeningen van de geabsorbeerde dosis
 - c. μ_{tr} en μ_{en} zijn bij gegeven foton-energie en materiaalsoort numeriek gelijk, voor lichte materialen en lage fotonenergie
 - d. μ_{a} wordt vooral gebruikt bij afschermingsberekeningen

7. Voor fotonen met een energie van 1,5 MeV is de massieke verzwakkingsdoorsnede μ/ρ in een materiaal (dichtheid ρ , atoomnummer Z , molaire massa M) bij benadering
- evenredig met M
 - evenredig met Z
 - omgekeerd evenredig met Z
 - onafhankelijk van Z en M
8. Welk van onderstaande materialen heeft de grootste werkzame doorsnede voor de **vangst** van **thermische** neutronen?
- cadmium
 - paraffine
 - water
 - uraan-235
9. Hoeveel energie wordt bij benadering geabsorbeerd in 100 cm^3 lucht (normale temperatuur en druk) bij een luchtkerma van $1 \text{ } \mu\text{Gy}$?
- 10^{-6} J
 - 10^{-8} J
 - 10^{-10} J
 - 10^{-13} J
10. Men spreekt van **evenwicht van geladen deeltjes** in een punt P van een met fotonen bestraald medium, indien
- in het volume-element rond P de secundaire deeltjes met tegengestelde lading elkaar in evenwicht houden
 - de afmeting van het medium waarin P is gelegen, tenminste even groot is als de dracht van de meest energierijke secundaire geladen deeltjes
 - voor ieder geladen deeltje dat het volume-element rond P binnentreedt respectievelijk verlaat, een ander deeltje met tegengestelde lading het volume-element binnentreedt respectievelijk verlaat
 - voor ieder geladen deeltje dat het volume-element rond P verlaat, een ander geladen deeltje van dezelfde soort, energie en richting het volume-element binnentreedt
11. Het radionuclide ^{24}Na zendt γ -straling uit van 1,37 en 2,75 MeV (beide 100%), alsmede β -straling ($E_{\text{gem}} = 0,55 \text{ MeV}$, 100%). Wat is bij benadering het dosistempo in weefsel op 0,1 m afstand van een onafgeschermd puntvormige ^{24}Na -bron van 1 MBq?
- $25 \text{ } \mu\text{Gy/h}$
 - $0,15 \text{ mGy/h}$
 - 1 mGy/h
 - 15 mGy/h
12. Welk van onderstaande dosimetrische grootheden is een **operationele** (praktisch meetbare) grootheid?
- effectieve dosis, E
 - equivalente dosis, H_T
 - collectieve effectieve dosis, S_E
 - persoonsdosisequivalent, $H_P(d)$

13. Het omgevingsdosisequivalent $H^*(d)$ in een punt in een stralingsveld is
- een **primaire** fysische dosimetrische grootheid
 - een **operationele** (praktisch meetbare) dosimetrische grootheid, die kan worden gebruikt als schatter van de effectieve dosis E en het dosisequivalent H_T
 - het dosisequivalent in zacht weefsel op een diepte d mm onder het gespecificeerde punt op het lichaam
 - het dosisequivalent, berekend voor de organen op een diepte d mm in het lichaam
14. Welk van onderstaande uitspraken betreffende biologische effecten van straling is **onjuist**?
- de ernst van deterministische effecten neemt boven de drempelwaarde toe met de dosis
 - de kans van optreden van deterministische effecten is onafhankelijk van de dosis
 - herstelmechanismen na bestraling zijn van belang voor de kans op stochastische effecten
 - de ICRP neemt een lineair verband aan tussen de dosis en de kans van optreden van stochastische effecten, bij lage waarden van de dosis en het dosistempo
15. Welk van onderstaande biologische effecten van straling is **geen** somatisch effect?
- misvormingen bij kinderen veroorzaakt door gemuteerde geslachtscellen van hun ouders
 - permanente steriliteit
 - haaruitval
 - leukemie
16. Welk stralingseffect heeft, volgens de huidige inzichten, de grootste kans van optreden bij een **acute** blootstelling van het gehele lichaam aan lage-LET-straling bij een dosis van 0,1 Gy?
- erytheem
 - permanente steriliteit
 - haaruitval
 - leukemie
17. In de meest recente aanbevelingen van de ICRP (**ICRP-60,1991**) wordt voor stralingsbeschermingsdoeleinden een gemiddelde risicofactor voor stralingsgeïnduceerde **fatale** kanker bij de **beroepsbevolking** gehanteerd. De waarde hiervan, per Sv effectieve dosis, bedraagt
- 1,25 %
 - 1,65 %
 - 4 %
 - 7,3 %
18. De weefselweegfactoren w_T voor weefsels en organen T die de ICRP in **ICRP-60 (1991)** heeft aanbevolen
- geven de bijdrage van T in het totale detriment bij een homogene bestraling van het gehele lichaam
 - geven het relatieve belang weer van T voor het functioneren van het gehele organisme
 - geven een correctie voor de verschillen in mortaliteit bij stochastische effecten in de diverse weefsels en organen
 - geven een correctie voor de verschillen in massa van de diverse weefsels en organen

19. De door de ICRP in ICRP-60 (1991) aanbevolen limiet voor de effectieve dosis voor **beroepsmatige blootstelling** bedraagt
- 20 mSv/jaar
 - 20 mSv/jaar, gemiddeld over gedefinieerde perioden van 5 jaar
 - 20 mSv/jaar, gemiddeld over gedefinieerde perioden van 5 jaar doch niet meer dan 50 mSv in een enkel jaar
 - 50 mSv/jaar, doch maximaal 20 mSv/jaar gemiddeld over het beroepsmatige leven
20. Het Nederlandse overheidsbeleid inzake risicolimitering voor leden van de bevolking geeft een maximaal toelaatbaar individueel sterfterisico per jaar (MTR) ten gevolge van straling, veroorzaakt door één bepaalde inrichting ('bron'). Dit MTR is gesteld op
- 10^{-8}
 - 10^{-7}
 - 10^{-6}
 - 10^{-5}
21. Welk van onderstaande bronnen levert de grootste bijdrage in de **totale** gemiddelde jaarlijkse effectieve dosis per hoofd van de Nederlandse bevolking?
- het medisch gebruik van ioniserende straling voor diagnostiek en therapie
 - de kosmische straling en externe terrestrische stralingsbronnen
 - ^{40}K en ^{14}C in het lichaam
 - radon en vervalproducten
22. Een nuclide met een fysische halveringstijd van 7 uur heeft in een bepaald orgaan een biologische halveringstijd van 14 uur. Wat is het totaal aantal kerntransformaties (in Bq·s) tussen de tijdstippen $t=0$ en $t=1$ maand, indien op $t=0$ de activiteit in het orgaan 1 kBq bedraagt?
- $6,7 \cdot 10^3$
 - $2,4 \cdot 10^7$
 - $7,6 \cdot 10^7$
 - $1,1 \cdot 10^8$
23. In het nieuwe ICRP-longmodel (ICRP-66) worden voor de absorptie naar het bloed van radioactieve aerosolen drie typen onderscheiden: Fast, Medium en Slow. De biologische halveringstijd voor de absorptie van type F-aerosolen vanuit het in de thorax (borstkas) gelegen gedeelte van de ademhalingswegen wordt in standaardgevallen gesteld op
- 10 minuten (100 %)
 - 10 minuten (50 %) en 10 dagen (50 %)
 - 10 minuten (10 %) en 10 dagen (90 %)
 - 10 minuten (10 %) en 140 dagen (90 %)
24. Welk van de onderstaande grootheden speelt **geen** rol bij de bepaling van de equivalente dosis H_T in een orgaan of weefsel T, als gevolg van de opname van een bepaalde hoeveelheid van een radionuclide in T?
- de weefselweegfactor w_T
 - de stralingsweegfactor(en) w_R van de uitgezonden straling
 - de massa van T
 - de fysische halveringstijd van de radionuclide

25. Een stralingsmeetsysteem is na een eerste interactie niet beïnvloedbaar door volgende interacties gedurende een 'dode tijd' van $100\ \mu\text{s}$. In een bepaald stralingsveld geeft het systeem 1000 tellen per seconde (tps) aan. Wat is het 'werkelijke' teltempo?
- 900 tps
 - 1010 tps
 - 1111 tps
 - 2000 tps
26. Een stralingsmeetsysteem met een Geiger-Müllerdetector is **niet** geschikt voor het meten van
- besmettingen met α -stralers ($E > 5\ \text{MeV}$)
 - besmettingen met β -stralers ($E > 0,5\ \text{MeV}$)
 - meting van het kermatempo van fotonstraling ($E > 0,1\ \text{MeV}$)
 - meting van het energiespectrum van fotonstraling ($E > 0,1\ \text{MeV}$)
27. Draagbare monitors voor het meten van het exposie- of luchtkermatempo, veroorzaakt door fotonstraling, bevatten meestal een Geiger-Müllerbuis **waaromheen** een metalen huls is aangebracht. De voornaamste functie van deze huls is
- bescherming van de GM-buis tegen beschadiging en vervuiling
 - afscherming van de GM-buis tegen elektromagnetische stoorvelden
 - verhoging van het detectierendement van de GM-buis voor zachte fotonstraling
 - correctie voor de te hoge responsie van de GM-buis in het energiegebied beneden ca. $0,2\ \text{MeV}$, als gevolg van foto-effect in het katodemateriaal met hoge Z
28. Welk van onderstaande materialen wordt in neutronendetectors veel toegepast voor het **afremmen** (modereren) van neutronen, in combinatie met een aparte detector voor langzame neutronen?
- polyethyleen
 - borium
 - cadmium
 - lithium
29. Een **smalle bundel** mono-energetische fotonstraling wordt door $10\ \text{cm}$ lood ongeveer een factor 10^3 verzwakt. Welke looddikte is ongeveer nodig om voor een **brede bundel** van dezelfde straling een **transmissie** van 10^{-5} te bewerkstelligen?
- $13\ \text{cm}$
 - $19\ \text{cm}$
 - $25\ \text{cm}$
 - $35\ \text{cm}$

30. In het energiegebied waar het comptoneffect domineert is voor een **smalle-bundelgeometrie**, bij een vaste waarde van de fotonen-energie, in eerste benadering
- de dikte van een afscherming, benodigd voor een bepaalde verzwakking, voor alle materialen gelijk
 - de massa (in $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) van een afscherming, benodigd voor een bepaalde verzwakking, voor alle materialen gelijk
 - de halveringsdikte (in m) voor alle materialen gelijk
 - de lineaire verzwakkingscoëfficiënt voor alle materialen gelijk
31. In de "Richtlijn Radionuclidenlaboratoria" wordt uitgegaan van een "ontwerpwaarde" voor de maximaal in een jaar door werkers te ontvangen effectieve dosis, waarop de veiligheidsmaatregelen voor reguliere werksituaties dienen te zijn gebaseerd. Deze waarde bedraagt
- 0,1 mSv
 - 0,5 mSv
 - 2 mSv
 - 5 mSv
32. In een goed geoutilleerd C-laboratorium bevinden zich goed werkende zuurkasten, gekwalificeerd volgens de norm DIN-12923. Met hoeveel radiotoxiciteitsequivalenten voor inhalatie (Re_{inh}) mag daarin, volgens de 'Richtlijn Radionuclidenlaboratoria', routinematig een elutie van een $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -generator ($p = -1$) worden uitgevoerd?
- 0,2
 - 20
 - 100
 - 1000
33. Op het etiket van een collo met radioactief materiaal is aangegeven dat de transportindex (TI) 5 bedraagt. Dit betekent, dat het dosisequivalenttempo op 1 m afstand van het oppervlak van het collo ongeveer bedraagt
- 5 $\mu\text{Sv/h}$
 - 50 $\mu\text{Sv/h}$
 - 0,5 mSv/h
 - 5 mSv/h

**ANTWOORDEN MEERKEUZEVRAGEN EXAMEN STRALINGSHYGIËNE, NIVEAU 3
VAN 15 DECEMBER 1997**

1b	2c	3c	4b	5a	6d	7d	8a
9c	10d	11c	12d	13b	14b	15a	16d
17c	18a	19c	20c	21d	22b	23a	24a
25c	26d	27d	28a	29b	30b	31c	32b
33b							