

NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Førsteamanuensis Catharina Davies

Tlf.: 93688

EKSAMEN I FAG 74640 STRÅLINGSBIOFYSIKK

Mandag 10. mai 1999

Tid: kl. 0900 - 1400

Tillatte hjelpemidler:

(B1): Typegodkjent kalkulator med tungt minne

Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt

Opplysninger:

1 J = $6,24 \times 10^{18}$ eV = 10^7 erg.

Avogadros tall: $6,02 \times 10^{23}$.

1 nm = 10^{-9} m.

OPPGAVE # I

(Vekttall 2)

- (a) Definér begrepene direkte og indirekte strålingseffekt.
- (b) Redegjør for hva som forstås med begrepet radiolyse av vann, inndelingen av radiolyseforløpet i stadier og de hovedprosesser som finner sted i de forskjellige stadier. Definér hva som forstås med prinsipale G-verdier og angi deres omtrentlige størrelse for lav LET stråling.
- (c) Redegjør for de betingelser som må være oppfylt for at kinetikken for *indirekte strålingseffekt* skal følge henholdsvis:

$$(1) \quad S = 1 - kD \quad \text{og} \quad (2) \quad S = e^{-\beta D}$$

der S er det relative antall "aktive" biomolekyler etter dosen D , og k og β er konstanter.

- (d) Utled for situasjon (2) ovenfor relasjonen mellom G-verdien for strålingsinaktivering av et solutmolekyl, D_{37} -dosen (angitt i Gy) og konsentrasjonen av solutmolekylet (angitt i μM).
- (e) Benytt formelen og beregn en G-verdi for hvert av tilfellene nevnt nedenfor, for inaktivering av et biomolekyl i vandig løsning av konsentrasjon $1,5 \mu\text{M}$, hvor D_x (dosen for $x\%$ "overlevelse") er bestemt eksperimentelt for bestråling under *anoksi* ved følgende forhold:
 - (1) Løsningen boblet med N_2 : $D_{10} = 13,4$ Gy
 - (2) Løsningen boblet med N_2O : $D_1 = 13,3$ Gy
 - (3) Løsningen boblet med N_2 i nærvær av $0,1$ M nitrat: $D_{37} = 5,7$ Gy
 - (4) Løsningen boblet med N_2 i nærvær av $0,1$ M $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$: $D_{10} > 300$ Gy

(De angitte konsentrasjoner av nitrat og etanol forutsettes kun å eliminere de primærradikaler de er spesifikke radikalfangere for. Tettheten av løsningen forutsettes satt lik 1). Hvilke konklusjoner vil du trekke fra dette eksperimentet med hensyn til effektiviteten for inaktivering av biomolekylet av de forskjellige primære vannradikaler.

OPPGAVE # II

(Vekttall 1)

- (a) Redegjør for Grothus-Draper prinsippet. Definér enhetene Gy og rad og utled relasjonen mellom dem.
- (b) Hva forstås med begrepet primærionisasjon? Hva er et δ -elektron?
- (c) Anta at energideponeringen som stammer fra én gjennomsnitts-primærionisasjon, opprinnelig foreligger jevnt fordelt innenfor en vevs-kule med diameter 20 nm. Regn ut hva dosen (angitt i Gy) da ville bli i dette kulevolumet. Kommentér resultatet.
- (d) Redegjør for de fysiske observasjoner og det postulat som treffteorien bygger på.
- (e) Redegjør kort for to måter å angi strålefølsomhet på for en singlehit-singletarget relasjon.
- (f) Alper-formelen for "oxygen enhancement ratio" (o.e.r.) kan uttrykkes slik:

$$\text{o.e.r.} = \frac{m_0[\text{O}_2] + k}{[\text{O}_2] + k} \quad \text{hvor} \quad m_0 = \frac{m}{u(m-1) + 1}$$

Definér alle parametrene i uttrykket og redegjør for hvilke maksimalverdier for o.e.r. man vil forvente for (A) lav LET stråling og (B) høy LET stråling for følgende E. coli varianter:

- (1) AB 1157, vill type
- (2) AB 1157, rec A (har defekt i sin evne til å utføre rekombinasjonsreparasjon)
- (3) AB 2480, rec A, uvr A₆ (har defekt i sin evne til å utføre både rekombinasjons- og utkuttingsreparasjon).

OPPGAVE # III

(Vekttall 2)

- (a) Hva forstås med alders-respons kurver for celler i kultur. Beskriv kort en eksperimentell metode for å bestemme alders-respons kurver og forklar hvordan typiske alders-responskurver ser ut for celler behandlet med (1) ioniserende stråling og (2) hypertermi.
- (b) Når celler i kultur bestråles med ioniserende stråling oppstår det skader i cellene av ulik type. Forklar hva som menes med (1) potensielt letale stråleskader og (2) subletale stråleskader.
- (c) Stråleterapi av kreft gis som fraksjonert bestråling. Det er blitt observert at skulderen på overlevelseskurven til kreftceller repeteres for hver strålefraksjon. Hvordan kan denne observasjonen forklares med utgangspunkt i hva man vet om strålingsinduserte dobbeltråddbrudd og kromosomaberrasjoner.
- (d) En pasient med en kreftsvulst som besto av 2×10^8 celler, ble behandlet med 30 fraksjoner på 2,0 Gy over 6 uker. Fraksjon overlevende kreftceller etter første fraksjon ble målt til 0,55. Anta at observasjonen omtalt under spørsmål (c) ovenfor gjelder eksakt og beregn:
 - (1) Forventet fraksjon overlevende celler etter avsluttet behandling.
 - (2) D_0 for den effektive celleoverlevelseskurven.
 - (3) Sannsynligheten for at pasienten ble kurert.
 - (4) Hvor mange fraksjoner pasienten måtte ha fått for at sannsynligheten for kurasjon skulle ha vært større enn 90%.