

NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET  
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:  
Navn: Professor Catharina Davies  
Tlf.: 73593688 eller 73931757

EKSAMEN I FAG SIF 4092 STRÅLINGSBIOFYSIKK

Lørdag 12. mai 2001  
Tid: kl. 0900 – 1400

Tillatte hjelpemidler:

(B1): Typegodkjent kalkulator med tungt minne  
Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt

Opplysninger:

Oppgavesettet består av 3 oppgaver. Oppgavene vil tillagt vekt etter angitte vekttall ved bedømmelsen.

**OPPGAVE # I**  
(Vekttall 2,0)

- (a) Definér begrepene “oxygen enhancement ratio” og “maximum oxygen enhancement ratio”.
- (b) Enzymet trypsin bestråles i fortynnet vandig løsning under aerobe og anaerobe forhold. Tegn opp de forventede dose-effekt kurver (gjenværende enzymaktivitet mot dose) og angi forventet verdi av “oxygen enhancement ratio”. Forklar hvorfor du forventer den verdien av “oxygen enhancement ratio” som du har angitt.
- (c) DNA fra *Diplococcus pneumoniae* bestråles i fortynnet vandig løsning under aerobe og anaerobe forhold. Tegn opp de forventede dose-effekt kurver (gjenværende transformasjonsaktivitet mot dose) og angi forventet verdi av “oxygen enhancement ratio”. Forklar hvorfor du forventer den verdien av “oxygen enhancement ratio” som du har angitt.
- (d) Definér parametrene i følgende uttrykk for “maximum oxygen enhancement ratio” for bakterier:

$$m_0 = \frac{m}{u(m-1) + 1}$$

Tre bakteriestammer (AB 1157, villtype; AB 1157, rec A; AB 2480, rec A, uvr A<sub>6</sub>) bestråles med 220 kV X-rays under aerobe og anaerobe forhold. Tegn opp de forventede dose-effekt kurver (overlevelse mot dose) i samme aksesystem og angi forventet verdi av  $m_0$  for alle tre bakteriestammer. Forklar hvorfor du forventer de verdiene av  $m_0$  som du har angitt.

- (e) Redegjør for de to hovedtypene hypoksiske celler som finnes i tumorvev.
- (f) Eksperimentelle tumorer bestråles in vivo i mus i luftatmosfære eller i mus i nitrogenatmosfære og celleoverlevelse måles in vitro. Ved store doser følger celleoverlevelseskurvene følgende ligninger:

$$S = 0,3e^{-0,25D} \text{ (luftatmosfære) og } S = 6,0e^{-0,25D} \text{ (nitrogenatmosfære),}$$

hvor S er fraksjon overlevende celler og D (Gy) er dose. Beregn fraksjon hypoksiske celler for tumorene. Tumorene inneholder  $2,5 \times 10^8$  celler. Hva er sannsynligheten for kurasjon når tumorene bestråles med 75 Gy i henholdsvis luft- og nitrogenatmosfære?

**OPPGAVE # II**  
(Vekttall 1,0)

- (a) Redegjør for hva som menes med “knock-on” kollisjon og “glancing” kollisjon.
- (b) Definér begrepene LET og  $\delta$ -stråling.
- (c) Definér begrepene “blob” og “spur”.
- (d) Redegjør for hva som menes med translokasjon og delesjon.
- (e) Redegjør for to teknikker som kan benyttes til å synkronisere celler i kultur.

**OPPGAVE # III**  
(Vekttall 1,5)

- (a) Redegjør for de fysiske observasjoner og det postulat som ligger til grunn for treff-teorien (hit-teorien).
- (b) Utled formler for sannsynlighet for “overlevelse” som funksjon av dose for de fire tilfellene som betegnes:
- (1) single-hit \_ single-target
  - (2) multi-hit \_ single-target
  - (3) multi-hit – multi-target
  - (4) single-hit – multi-target

- (c) Sett opp uttrykkene for sannsynlighet for “overlevelse” som funksjon av dose for celler som følger en single-hit \_ single-target relasjon når:

- (1) alle cellene har target med volum  $v$
- (2) 50% av cellene har target med volum  $v$  og 50% av cellene har target med volum  $0.8v$
- (3) 40% av cellene har target med volum  $v$  og 60% av cellene har target med volum  $0.2v$
- (4) 5% av cellene har target med volum  $0.9v$ , 10% av cellene har target med volum  $0.6v$ , 15% av cellene har target med volum  $0.5v$ , 20% av cellene har target med volum  $0.4v$ , 27% av cellene har target med volum  $0.3v$  og 23 % av cellene har target med volum  $0.2v$

Tegn opp kurvene og drøft hvilken nytte man har av treff-teorien (hit-teorien) for å bestemme heterogenitet i target-volum hos en cellepopulasjon som følger en single-hit \_ single-target relasjon.

- (d) Sett opp uttrykkene for sannsynlighet for “overlevelse” som funksjon av dose for celler som følger en multi-hit \_ single-target relasjon når:

- (1) inaktivering skjer etter ett hit og alle cellene har target med volum  $v$
- (2) inaktivering skjer etter to hit og alle cellene har target med volum  $v$
- (3) inaktivering skjer etter tre hit og alle cellene har target med volum  $v$
- (4) inaktivering skjer etter tre hit og 50% av cellene har target med volum  $v$  og 50% av cellene har target med volum  $2v$

Tegn opp kurvene og drøft hvilken nytte man har av treff-teorien (hit-teorien) for å bestemme antall hit som er nødvendig for inaktivering i en cellepopulasjon dersom cellepopulasjonen følger en multi-hit \_ single-target relasjon og har heterogent targetvolum.

- (e) Redegjør kort for to måter å angi strålefølsomhet på for en single-hit \_ single-target relasjon.
- (f) Howard-Flanders utviklet en såkalt “spor-segment”-metode. Gjør rede for denne og utled et uttrykk for inaktiveringstverrsnitt som funksjon av LET når man antar at inaktivering inntreer når det i target forekommer:
- (1) 3 eller flere single-ionisasjoner
  - (2) 4 eller flere single-ionisasjoner