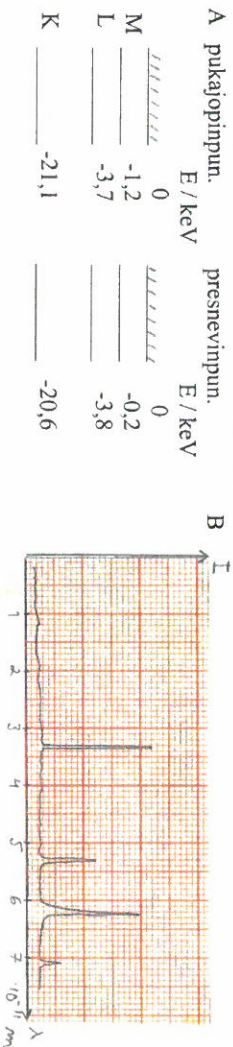


FY 7 SARJA A

- Koulun He-Ne-laserin aallonpituus on 632 nm ja valoteho 1m W. a) Laske laserista lähtevän fotonin energia ja liikemäärä. b) Kuinka monta fotonia laserista lähtee minuutissa?
- a) Mitkä tekijät vaikuttavat ionisoivan säteilyn vaarallisuuteen?
b) Joditabletin (kaliumjodidi KI) merkitys säteilyonnettomuudessa.
- a) Radiohiiliajoituksen periaate. b) Muinaiselta nuotiopaikalta löytyneen puukappaleen ikä määritettiin radiohiiliajoituksella. Hiiltä puukappaleessa oli 120 g ja siinä havaittiin hiilestä peräisin olevaksi aktiivisuudeksi 840 hajoamista minuutissa. Mikä oli puukappaleen ikä, kun elävissä organismeissa yhdessä grammassa hiiltä on aktiivisuus 15 hajoamista minuutissa?
- Ternobylin ydinturman aiheuttama ^{137}Cs -laskema oli Erelä-Suomessa tyyppillisesti 10 kBq/m².
a) Kirjoita kyseisen nuklidin hajoamisreaktio ja laske sen hajoamisenergia. Laske hehtaarin alueelle lasketurneiden ^{137}Cs -atomien b) lukumäärä, c) massa.

5. a) Aineen tunnistaminen spektrin avulla.

- c) Karpaattien Nero (1918-1989) – tuo suuri tiedemies ja legenda jo alkalaistensa tunnustamana, valtaisan lahjakas alalla kuin alalla, sydäntäsärkevän oikeudenmukainen ja lähimmäisensä ihmissyistävä, kaakonkötöinen hyväntekijä – oli myös suuremoinen taideemaalari. Hänen jäämistöstään löydettiin v. 1968 signeerattu ”Constantin kapakka”. Oli kuitenkin herännyt epäily, että taulun oli väärentänyt tusinahurtaja Turmun Tunari Tiedetään, että Karpaattien Nero käytti maalauksissaan pukajopiipunaista ja Turmun Tunari samantyyppisiä presnevinpunaista. Kyseisten värtäineiden energiailat ovat kuvassa A. Kuvassa B on röntgensäteilyn spektri, joka on syntynyt kihihdyetyin protonisuihkun osuessa maalauksen pinnassa olevaan värtäineeseen. Tutki, mitkä spektrin piikeistä ovat peräisin jommastakummasta värtäineestä, sijoita vastaavat siirtymät energiatasokaavioihin ja päättele onko maalaus aito vai väärentös.



- Valosätköisen ilmiön havaitseminen oli yksi niistä syistä, joiden takia jouduttiin luopumaan klassisesta fysiikasta ja siirryttiin kvanttimekaniikkaan. Ilmiön selitti Einstein v. 1905 ja hän sai siitä fysiikan Nobelin palkinnon v. 1921.

- Mitä seikkoja valosätköisessä ilmiössä klassinen fysiikka ei voinut selittää?
- Ertään metallin pintaan kohdistettiin sähkömagneettista säteilyä ja mitattiin irtoavien elektronien pysäytysjännite eri aallonpituuksilla. Saatiin seuraavat tulokset.

λ /nm	250	210	175	150	120
U/V	0,33	1,27	2,45	3,64	5,70

Määritä graafista esitystä käyttäen valosätköisen ilmiön rajaataajuus ja Planckin vakio. Mitä ainetta kyseinen metalli mahtoi olla?

FY 7 SARJA B

- Kirjoita seuraavat reaktioyhtälöt
a) ^{13}N -nuklidin hajoaminen, b) ^{51}Cr -ytimen hajoaminen, c) β^- -hajoaminen, missä ytätymenä on ^{209}Bi .
- Selitä käsitteet a) annihilaatio, b) Comptonin ilmiö, c) aaltohiukkasdualismi, d) Hubblen laki, e) parinmuodostus, f) sidossuus.
- Sähkömagneettisen säteilyn kaksi teoriaa. Mitkä ilmiöt tukevat kyseisiä teorioita?
- Auringon säteilyteho on noin $3,9 \cdot 10^{26}$ W. Oletetaan hieman yksinkertaisena, että kaikki Auringon energia vapautuu ydintreaktiossa $^2\text{H} + ^1\text{H} \rightarrow ^3\text{He} + \gamma$. a) Miten paljon yhdessä fuusioreaktiossa vapautuu energiaa? b) Miten monta reaktiota tapahtuu sekunnissa?
c) Missä ajassa Aurinko menettää kyseisen reaktion seurauksena 0,1 % massastaan?
- a) Minkä eri ilmiöiden takia gammasäteily heikkenee välinaeessa?
b) Gammasäteilyn vaimenemista lyijylevyssä tutkittiin asettamalla säteilylähteen ja säteilymittarin väliin eri paksuisia lyijylevyjä. Kun levyn paksuus oli 2,0 mm, säteilyn voimakkuutta kuvaava pulssimäärä oli 1250. Levyä paksuuden ollessa 6,0 mm, pulssimäärä oli 710. Määritä kyseiselle säteilylle lyijyn matkavaimennuskertoimen ja puoliintumispaksuus.
- Osa ilmasta leijuvista radioaktiivisista aineista voi kulkeutua hengitysteihin. Muutkin elimet altistuvat säteilylle, sillä osa aineista joutuu ruoansulatuskanavaan ja voi kulkeutua verenkiertoinkin. Säteilyvaaraan vaikuttaa olennaisesti se, kuinka suuri osa hiukkasista kiinnittyy hengitysteihin. Säteilyriskin arviointi on tavattoman hankalaa, sillä muuttujia on monia, esim. hiukkasen koko ja koostumus, kiinnittyneiden hiukkasen poistumisopeus ja yksitiöllinen hengitystapa. Jos hengitetään jatkuvasti vain suun kautta, ilman suodosta on vähäistä ja suuri osa hiukkasista pääsee suoraan keuhkoihin. Oletetaan, että huoneilman ^{222}Rn -pitoisuus on 1500 Bq/m³ ja huoneen tilavuus on 140 m³. Oletetaan, että henkilön yhteen hengitykseen kuluu aikaa 4 sekuntia ja yhdessä hengityksessä ilmaa vedetään keuhkoihin 1,1 litraa. Henkilö oleskelee huoneessa yhden vuorokauden. a) Kirjoita ^{222}Rn -ytimen hajoamisreaktio ja laske sen hajoamisenergia sekä vapautuvan α -hiukkasen liike-energia. Hajoamisessa syntyvän ytätymisen atomimassana voidaan käyttää arvoa 218,0089 u. b) Oletetaan, että 30 % kehoon kulkeutuvan radonin hajoamisesta vapautuvista α -hiukkasista absorboituu keuhkokudokseen, jonka massa on 440 g. Laske keuhkokudoksen radonista aiheutuva annosekvivalenti ensimmäisen viikon aikana huoneessa oleskelun jälkeen. Miksi annosekvivalenti on käytännössä kuitenkin suurempi kuin edellä laskettu arvo?

- A1. a) 2 eV ; $1 \cdot 10^{-27} \text{ kg m/s}$, b) $2 \cdot 10^{17}$. A3. b) 6300 a; A4. a) $1,175 \text{ MeV}$, b) $1,4 \cdot 10^{17}$, c) 31 µg;
A5. aito; A6. b) $6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $1,1 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, ehkä rauta
B4. a) $5,493 \text{ MeV}$, b) $4,4 \cdot 10^{38}$, c) $1,45 \cdot 10^9$ a; B5. b) $0,14 \text{ l/mm}$, $4,9 \text{ mm}$;
B6. a) $5,651 \text{ MeV}$, $5,549 \text{ MeV}$, b) 150 mSv