01 පොසිට්‍රෝන විමෝචනය ටොමොග්‍රැෆි (PET) පරිලෝකක (scanners) සායනික විකිරණ කටයුතුවල දී, පිළිකා ගැටිතිවල වෛද්‍ය ප්‍රතිබිම්බන සිදුකිරීම් හා මොලයේ හටගන්නා සමහර රෝග සායනිකව විනිශ්චය කිරීම් සඳහා බහුල ව භාවිත වේ. PET පරිලෝකකවල බොහෝවිට භාවිතවන විකිරණ ඖෂධය වන්නේ ග්ලූකෝස් අණුවේ එක් C පරමාණුවක් පිහිටන ස්ථානයේ සාමාන්‍යයෙන් පවතින හයිඩ්‍රොක්සිල් කාණ්ඩය පොසිට්‍රෝන විමෝචනය කරන විකිරණශීලී න්‍යෂ්ටියක් සහිත ෆ්ලුරින් -18 පරමාණුවක් මගින් ආදේශ කළ FDG ලෙස සුලභව හඳුන්වන ෆ්ලුරෝඩයොක්සිග්ලූකෝස් ($C_6H_{11}{}^{18}FO_5$) ය. ${}^{18}_{9}F$ හි ක්ෂය පටිපාටිය පහත දී ඇත.

(*a*) ${}^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}O + e^{+} + \nu_e$

(i) ν_e අංශුව නම් කරන්න.

(ii) ඉහත ක්ෂය පටිපාටිය නියුක්ලියෝන (එනම් ප්‍රෝටෝන සහ නියුට්‍රෝන) භාවිත කොට නැවත ලියන්න.

(iii) ඉහත ක්ෂය පටිපාටිය ක්වාක්ස් (quarks) සහ ලෙප්ටෝන භාවිත කොට නැවත ලියන්න.

(*b*) සාමාන්‍ය පරිලෝකන යෙදීමක දී රෝගියාගේ ශිරාවක් තුළට ශීඝ්‍රව ගමන් කරන සේලයින් ද්‍රාවණයකට FDG මාත්‍රාවක් එන්නත් කරනු ලැබේ. එන්නත් කරන ලද ${}^{18}_{9}F$ හි ආරම්භක සක්‍රියතාව 70 MBq ලෙස සහ ${}^{18}_{9}F$ හි අර්ධ - ආයු කාලය ($T_{\frac{1}{2}}$) පැය 2.0 ක් ලෙස උපකල්පනය කරන්න.

(i) විකිරණශීලී ඖෂධවල ඉතාමත් කුඩා හෝ ඉතා විශාල අර්ධ - ආයු කාල පැවතිය නොහැකි ය. මේ සඳහා හේතු දෙන්න.

(ii) විකිරණශීලී පරමාණු N සංඛ්‍යාවක් ඇති සාම්පලයක සක්‍රියතාව $A = \frac{0.7N}{T_{\frac{1}{2}}}$ මගින් දෙනු ලැබේ. 70 MBq සක්‍රියතාවක් අයත් කර ගැනීම සඳහා අවශ්‍ය වන FDG සාම්පලයක ස්කන්ධය ගණනය කරන්න. FDG අණුවක ස්කන්ධය 3.0×10^{-25} kg ලෙස ගන්න.

(iii) එන්නත් කොට පැය 2.0 ක කාලයක් තුළ දී එන්නත් කළ FDG වලින් 10% ක් පමණක් මොළය අවශෝෂණය කරයි නම් පැය 2.0 කට පසු මොළය තුළ ${}^{18}_{9}F$ හි සක්‍රියතාව ගණනය කරන්න.

(*c*) සාමාන්‍ය භාවිතයේ දී FDG එන්නත් කළ රෝගියකු ගර්භණී මාතාවන්, දරුවන් හා ළදරුවන් වැනි විකිරණවලට සංවේදී අයගෙන් අවම වශයෙන් පැය 24 ක්වත් ඈත්ව සිටීමට නියම කෙරේ.

(i) මෙයට හේතුව කුමක් ද?

(ii) ස්වභාවික විකිරණශීලීතාව (^{14}C, ^{40}K) නිසා සාමාන්‍ය පුද්ගලයකුගේ සිරුර තුළ 10^4 Bq ක සක්‍රියතාවක් පවතී. ආරම්භක සක්‍රියතාව 70 MBq වන FDG සාම්පලයක් එන්නත් කළ රෝගියකුට පැය 24 රැඳවුම් කාලයක් ප්‍රමාණවත් බව යුක්ති යුක්ත කරන්න.
($\frac{7}{4096} = 1.7 \times 10^{-3}$ ලෙස ගන්න.)

(iii) ${}^{18}_{9}F$ මගින් විමෝචනය කරන පොසිට්‍රෝන, සිරුරේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන හා උච්ඡේදනය වී ගැමා කිරණ දෙකක් සාදයි. සායනික විනිශ්චකටයුතුවලදී PET තාක්ෂණික ක්‍රමය යොදා ගැනීමේ වාසි දෙකක් සඳහන් කරන්න.

(*d*) මෙවැනි විකිරණ ඖෂධවල අර්ධ-ආයු කාලය කෙටි නිසා දිගු කාලයක් තුළ මේවා ගබඩා කළ නොහැකි ය. විශාල ප්‍රමාණවලින් හෝ නිතරම මේවා ආනයනය කළ යුතු අතර මේ ක්‍රියාවලිය ඉතා මිල අධික වේ. ${}^{18}_{8}O$ මගින් සුපෝෂිත වූ ජලය මතට ප්‍රෝටෝන විචර්ෂණය (bombard) කිරීමෙන් ${}^{18}_{9}F$ සෑදිය හැකි අතර සිදුවන්නා වූ න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාව පහත දී ඇත.

$$p + {}^{18}_{8}O \rightarrow {}^{18}_{9}F + ?$$

(i) ඉහත ප්‍රතික්‍රියාවේ දක්නට නොමැති අංශුව හඳුනාගන්න.

(ii) ඉහත ප්‍රතික්‍රියාව සිදුකිරීම සඳහා අවම වශයෙන් 18 MeV චාලක ශක්තියක් ඇති ප්‍රෝටෝන අවශ්‍ය ය. ආරෝපිත අංශුවක චාලක ශක්තිය ඉහළ නැංවීම සඳහා විද්‍යාඥයින් සාමාන්‍යයෙන් යොදාගන්නා ක්ෂේත්‍රය (විද්‍යුත් හෝ චුම්බක) නම් කරන්න.

(iii) ඉහත (*d*) (ii) හි සඳහන් ක්ෂේත්‍රය උදව් කර ගනිමින් ප්‍රෝටෝනවල චාලක ශක්තිය ඉහළ නැංවීම සඳහා භාවිත කළ හැකි යන්ත්‍රයක් නම් කරන්න.