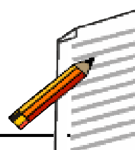


ଟିପ୍ପଣୀ

27

ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ ଓ ସଂଯୋଜନ

ଆମେ ସମସ୍ତେ ଜାଣୁ ଯେ ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବରେ ଆସୁଥିବା ଶକ୍ତି ସହାୟତାରେ ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠରେ ଜୀବନ ସମ୍ଭବ ହୋଇପାରିଛି । ସୂର୍ଯ୍ୟ ହେତୁ କୋଟି କୋଟି ବର୍ଷ ଧରି ଏହା ଚାଲିଆସୁଛି ଓ ଆହୁରି କୋଟି କୋଟି ବର୍ଷ ଧରି ଏହା ଚାଲିବ । ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ବିପୁଳ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ କିଏ ? ମଣିଷର ମନକୁ ଏହି ପ୍ରଶ୍ନ ସର୍ବଦା ଆନ୍ଦୋଳିତ କରିଛି । କିନ୍ତୁ ଆଜି ଆମେ ଜାଣିପାରିଛୁ ଯେ ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାରେ ସୂର୍ଯ୍ୟଗର୍ଭରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍‌ଗୁଡିକର ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ ଯୋଗୁଁ ହିଲିୟମ୍ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇ ବିପୁଳ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଛି । ଏହା ମଧ୍ୟ ଅନ୍ୟ ନକ୍ଷତ୍ରଗୁଡିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସତ୍ୟ ଅଟେ । ଫ୍ୟୁଜନ୍ ରିଆକ୍ଟର ଭିତରେ ଏହି ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ଅନୁକରଣ କରାଯାଉଛି, ଯାହାକି ଆଗାମୀ ବର୍ଷରେ ସମସ୍ତ ଶକ୍ତିଚାହିଦାର ଚରମ ଉତ୍ସ ବୋଲି ଚର୍ଚ୍ଚା ହେଉଛି ।

ସେହିପରି, ତୁମେ ଶକ୍ତି ନିରାପତ୍ତା ସଂପର୍କରେ ପଢିଥିବ ଏବଂ ତାରାପୁର, କୋଟା, କାଇଗା, ନାରୋରା, କଳ୍ପକମ୍ ଓ କାକ୍ରାପାରଠାରେ ରହିଥିବା ଆମର ଆଣବିକ ରିଆକ୍ଟରରୁ ମିଳୁଥିବା ବିଜୁଳିଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନରେ ନିଉକ୍ଲିୟ ଶକ୍ତିର ଭୂମିକା ବିଷୟରେ ପଢିଥିବ । ସେହିପରି, ତୁମେ ମଧ୍ୟ ଖବରକାଗଜରୁ ପଢିଥିବ କିପରି 1945 ମସିହା ଅଗଷ୍ଟ 6 ତାରିଖରେ ଜାପାନର ବଡ ସହର ହୀରୋସିମାରେ ପଡିଥିବା ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ବୋମା କେଇଟା ମାତ୍ର ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ସାରା ସହରକୁ ନଷ୍ଟ କରିଦେଇଥିଲା ଏବଂ ଲକ୍ଷ ଲକ୍ଷ ଲୋକ ମୃତ୍ୟୁମୁଖରେ ପଡିଥିଲେ । ଗୋଟିଏ 20,000 ଟନ୍ ଟି.ଏନ୍.ଟି. (ଟ୍ରାଇ ନାଇଟ୍ରୋ ଟଲୁଇନ୍) ବୋମା ବିସ୍ଫୋରଣର ଶକ୍ତି ସେହି ପରମାଣୁ ବୋମାରୁ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥିଲା ଓ ମଣିଷ ଇତିହାସରେ ତାହା ଥିଲା ନୂତନ । ତାପରେ ଅଧିକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ (ପରମାଣୁ, ଉଦ୍‌ଜାନ, ନିଉଟ୍ରନ୍) ବୋମା ତିଆରି ହେଉଛି, ଯାହାର ଧ୍ୱଂସ କ୍ଷମତା କେତେ ନାହିଁ କେତେ ମେଗା ଟନ୍ ଟି.ଏନ୍.ଟି. ସହିତ ତୁଳନୀୟ । ମହାକ୍ଷମତାଶାଳୀ ଦେଶଗୁଡିକ (Super power) ଏଭଳି ଅନେକ ବୋମା ଜମାକରି ରଖିଛନ୍ତି । ସେମାନେ ଗଚ୍ଛିତ କରି ରଖିଥିବା ବୋମାର କ୍ଷମତା ଏତେ ବିଶାଳ ଯେ ସେମାନେ ସାରା ପୃଥିବୀକୁ ବାରମ୍ବାର ଧ୍ୱଂସ କରିପାରିବେ । ଯେଉଁ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଏତାଦୃଶ ବିପୁଳ ଶକ୍ତି ପାଇଁ ଦାୟୀ, ତାହା ହେଉଛି 'ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ' । ଏବେ ତୁମେ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାଗୁଡିକ ସଂପର୍କରେ ପଢ଼ିବ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟଟି ପଢିବା ପରେ ତୁମେ :

- *ନିଉକ୍ଲିୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଗୁଡିକ ପାଇଁ ରହିଥିବା ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମମାନ କହିପାରିବ ;*
- *ନିଉକ୍ଲିୟ ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା, ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଓ ଅନିୟନ୍ତ୍ରିତ ବିଭାଜନ ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଶବ୍ଦଗୁଡିକୁ ବୁଝେଇପାରିବ;*
- *ଆଣବିକ ରିଆକ୍ଟରର କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପର୍କରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିପାରିବ ; ଏବଂ*
- *ନକ୍ଷତ୍ରରେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ପଛରେ ରହିଥିବା ପଦ୍ଧତି ବିଷୟରେ ବୁଝେଇ ପାରିବ ।*

ଟିପ୍ପଣୀ

27.1 ରାସାୟନିକ ଓ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

27.1.1 ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ପରମାଣୁରେ ଗଠିତ । ଅଧ୍ୟାୟ-26 ରେ ତୁମେ ଜାଣିଲ ଯେ, ବାହ୍ୟ କକ୍ଷରେ ରହିଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ଗୋଟିଏ ଉପାଦାନର ରାସାୟନିକ ଧର୍ମକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରନ୍ତି । ଅର୍ଥାତ୍, ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ଅନ୍ୟ ପରମାଣୁ ବା ଅଣୁ ସହିତ ମିଶନ୍ତି ଓ ସେମାନଙ୍କ ବାହ୍ୟ କକ୍ଷର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ଆଉ ଥରେ ସଜେଇ ରଖନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ସେମାନଙ୍କର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ ପାଏ ।

ପାରସ୍ପରିକ କ୍ରିୟାଶୀଳ ପରମାଣୁ ଓ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ବାହ୍ୟକକ୍ଷରେ ଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ପୁନଃବିନ୍ୟାସ ହେତୁ ଶକ୍ତିର ଶୋଷଣ ବା ନିର୍ଗମନ ଯୋଗୁଁ ନୂତନ ଯୌଗିକ ଅଣୁର ସୃଷ୍ଟି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଆଦୌ ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏପରିକି ଭିତର କକ୍ଷଗୁଡ଼ିକରେ ଥିବା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଭାବିତ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ ।

ଗୋଟିଏ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁ ସହିତ ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁ ମିଶି ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଅଣୁ ସୃଷ୍ଟି କରିବା ହେଉଛି ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଏକ ଉଦାହରଣ ।

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 4.08 \text{ eV} \quad \ldots \quad \ldots(27.1)$$

ଏହି ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଅଂଶଗ୍ରହଣ କରୁଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ କାର୍ବୋନ୍ ପରମାଣୁ ପାଇଁ 4.08 ଇଭି ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ଏହାକୁ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ (CO_2) ଅଣୁର ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି (B.E.) କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ, ତାହାକୁ **ତାପୋତ୍ପାଦୀ** ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ, ତାହାକୁ **ତାପଶୋଷୀ** ବା ତାପଗ୍ରାହୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଯଦି ଉପଯୁକ୍ତ ପରିବେଶରେ ଗୋଟିଏ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ (CO_2) ଅଣୁକୁ 4.08 ଇଭି ଶକ୍ତି ଦିଆଯିବ, ତେବେ ଏହା ଭାଙ୍ଗିଯାଇ ଏହାକୁ ଗଠନ କରିଥିବା ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ସୃଷ୍ଟି କରିବ ।

$$CO_2 + 4.08 \text{ eV} \rightarrow C + O_2 \quad \ldots \quad \ldots(27.2)$$

ସମୀକରଣ (27.1)ରେ ଦିଆଗଲା ଭଳି, ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ (CO_2) ବାଷ୍ପ ତିଆରି ହେଲେ 4.08 ଇଭି ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁ ଓ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁର ସମୁଦାୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱଠାରୁ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଅଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କମ୍ ହେବ । ସେହି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 4.08 eV ଶକ୍ତି ସହିତ ସମତୁଲ୍ୟ । ତେଣୁ କ୍ଷୟ ହେଉଥିବା ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Δm) କୁ ଆମେ $E = mc^2$ ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ହିସାବ କରିପାରିବା ।

$$\Delta m = \frac{4.08 \times 1.602 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{16}} = 7.26 \times 10^{-36} \text{kg} \ldots \quad (27.3)$$

ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ ଏତେ କମ୍ ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଜାଣିହେବ ନାହିଁ । ତେବେ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସଂରକ୍ଷଣ ହୁଏ, ଯଦିଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ ଅତି ଅଳ୍ପ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଥାଏ ।

ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସଂପର୍କିତ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବାର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କଥା ହେଉଛି –

1 ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସହିତ ପ୍ରାୟ 10 eV କ୍ରମର ଶକ୍ତି ଜଡ଼ିତ ।

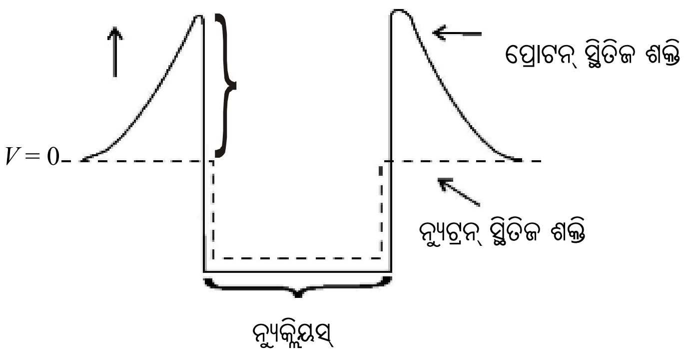
1 ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ ପ୍ରାୟ 10^{-35} କି.ଗ୍ରା. କ୍ରମର ପରିବର୍ତନ ଘଟେ, ଯାହାକି ଅତି ନଗଣ୍ୟ ଏବଂ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସଂରକ୍ଷଣ ହୁଏ ।

1 ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣରେ ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଉପାଦାନର ବାମପଟେ ଯେତିକି ସଂଖ୍ୟକ ପରମାଣୁ ଥାଏ, ଦକ୍ଷିଣ ପଟେ ଠିକ୍ ସେତିକି ସଂଖ୍ୟକ ପରମାଣୁ ରହେ ।

27.1.2 ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ପାରସ୍ପରିକ କ୍ରିୟା କରନ୍ତି, କିନ୍ତୁ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍‌ଗୁଡିକ ପରସ୍ପର ସହିତ ଆନ୍ତଃକ୍ରିୟା କରନ୍ତି । ସେମାନେ ନୂଆ ଉପାଦାନ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ମଧ୍ୟ 'ନିଉକ୍ଲିୟସ୍‌ଗୁଡିକର ତତ୍ତ୍ୱାନ୍ତରଣ' (transmutation) କୁହାଯାଏ । ପୂର୍ବପାଠରୁ ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ, ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସହିତ MeV କ୍ରମର ଶକ୍ତି ଜଡିତ ।

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, ପରମାଣୁର ସମସ୍ତ ପଜିଟିଭ୍ ଚାର୍ଜ ଏହାର ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଭିତରେ ଥାଏ, ଯାହାର ଆକାରର କ୍ରମ 10^{-15} ମିଟର । ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଚାରିପଟେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କକ୍ଷରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଘୁରୁଥାଆନ୍ତି । ଏହା ଶକ୍ତିଶାଳୀ ସ୍ଥିରବୈଦ୍ୟୁତିକ ବିଭବ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଯାହାକୁ 'କୁଲମ୍ବ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ' ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ (ଚିତ୍ର 27.1) । କାର୍ବନ୍ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ପାଇଁ କୁଲମ୍ବ ରୋଧକର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାୟ 3 MeV ଏବଂ ସୀସା ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ପାଇଁ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାୟ 20 MeV । ଏହାର ଅର୍ଥ, ଟାର୍ଗେଟ୍ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଆଡକୁ ଚାର୍ଜିତ କଣିକା ଗଲେ ଏହାର 'କୁଲମ୍ବ ପ୍ରତିବନ୍ଧକ' ଯୋଗୁଁ କଣିକାଟି ତୀବ୍ର ବିକର୍ଷଣ ଅନୁଭବ କରିବ ।



ଚିତ୍ର – 27.1 : ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ନିକଟରେ ପ୍ରୋଟନ୍ ଓ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି

ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଦିଗରେ ନିକ୍ଷେପ କରାଯାଇଥିବା କଣିକାର ଯଥେଷ୍ଟ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ନଥିଲେ ତାହା ସେହି ପ୍ରତିବନ୍ଧକକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିପାରିବ ନାହିଁ ଓ କୌଣସି ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ନକରି ପଛକୁ ଫେରିଆସିବ । କାର୍ବନ୍ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଭିତରକୁ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟନ୍ ପ୍ରବେଶ କରି ତତ୍ତ୍ୱାନ୍ତରଣ କରିବା ପାଇଁ 3 MeV ବା ତଦୁର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ । ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସକାଶେ ଅତ୍ୟଧିକ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବାରୁ ଆମେ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପରେ ଏଭଳି ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦେଖିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

1919 ମସିହାରେ ଲର୍ଡ ରଦରଫୋର୍ଡ୍ ଏହି **'ନିଉକ୍ଲୀୟ ତତ୍ତ୍ୱାନ୍ତରଣ'** ବା ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପରିଘଟଣା ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ । ପୋଲୋନିୟମ୍ ଉତ୍ସରୁ ନିର୍ଗତ 7.7 MeV ବିଶିଷ୍ଟ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଆଲଫା କଣିକାଗୁଡିକୁ ସେ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍ ଗ୍ୟାସ୍ ଭିତରକୁ ନିକ୍ଷେପ କଲେ । ସେ ଦେଖିଲେ ଯେ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍ ଗ୍ୟାସ୍ ଅକ୍ସିଜେନ୍‌ରେ ପରିଣତ ହେଲା । ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନରେ କେତେକ ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତିବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରୋଟନ୍ ବି ସୃଷ୍ଟି ହେଲେ ।

$$^{4}_{2}He + \,^{14}_{7}N \rightarrow \,^{17}_{8}O + \,^{1}_{1}H \qquad \ldots \qquad \ldots(27.5)$$

ଅକ୍ସିଜେନ୍ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଓ ପ୍ରୋଟନ୍ ମିଶି 6.5 MeV ଶକ୍ତି ବହନ କରନ୍ତି । ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ, ବାହାରୁ 1.2 MeV ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇଲେ ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସଂଘଟିତ ହୋଇପାରିବ । ତେଣୁ ଏହା ଏକ ତାପଗ୍ରାହୀ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ।

ଯେତେବେଳେ ପୋଲନିୟମ୍ ଉତ୍ସରୁ ନିର୍ଗତ 7.7 MeV ଶକ୍ତିସଂପନ୍ନ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ଆଲୁମିନିୟମ୍ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଉପରକୁ ନିକ୍ଷେପ କରାଯାଏ, ନିମ୍ନଲିଖିତ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଘଟେ ଓ 10.7 MeV ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।

$$^{27}_{13}\text{Al} + {}^{4}_{2}\text{He} \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + {}^{1}_{1}\text{H} \qquad (27.6)$$

ଏଠାରେ ଆମେ ଦେଖିଲୁ ଯେ, ଦିଆଯାଇଥିବା ଶକ୍ତି ତୁଳନାରେ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହେଉଛି । ତେଣୁ ଏହା ଏକ ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ।

ଲକ୍ଷ୍ୟକର, ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ 3 MeV ଶକ୍ତି ମିଳୁଛି । ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁ ଦହନରେ ଯେତିକି ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ, ଏହି ଶକ୍ତି ତାହାର 700,000 ଗୁଣ । କିନ୍ତୁ ***ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ପାଇଁ ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବ୍ୟବହୃତ ହେଇପାରିବ ନାହିଁ, କାରଣ 125,000 ସଂଖ୍ୟକ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା ନିକ୍ଷେପ କଲେ ସେଥିରୁ ଗୋଟିଏ ମାତ୍ର କଣିକା ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିପାରେ । ତେଣୁ ମୋଟ ଉପରେ ଲବ୍ଧ ଶକ୍ତି ତୁଳନାରେ ଅତ୍ୟଧିକ ଶକ୍ତି ବ୍ୟୟ ହୁଏ ।***

ପ୍ରୋଟନ୍, ଡିଉଟେରନ୍, ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଓ ଅନ୍ୟ ହାଲୁକା ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଦ୍ୱାରା ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମ୍ଭବ । ***ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସର୍ବୋତ୍ତମ ପ୍ରକ୍ଷିପ୍ତ କଣିକା, କାରଣ ସେଗୁଡ଼ିକ ଚାର୍ଜ ବିହୀନ ହୋଇଥିବାରୁ କୁଳମ୍ବ ବିକର୍ଷଣ ଅନୁଭବ କରନ୍ତି ନାହିଁ ।*** ଏପରିକି ତାପୀୟ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ (ମାତ୍ର 0.0253 eV ଶକ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ) ଯାଇ ଟାର୍ଗେଟ୍ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଭେଦ କରିପାରେ ଓ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସୃଷ୍ଟି କରିପାରେ । ପ୍ରୋଟନ୍, ଡିଉଟେରନ୍ ଓ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଦ୍ୱାରା ସଂଘଟିତ କେତେକ ସାଧାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଉଦାହରଣ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

$$^{6}_{3}\text{Li} + {}^{1}_{1}\text{H} \rightarrow {}^{3}_{2}\text{He} + {}^{4}_{2}\text{He} \qquad (27.7)$$

$$^{10}_{5}\text{B} + {}^{2}_{1}\text{H} \rightarrow 3\,{}^{4}_{2}\text{He} \qquad (27.8)$$

$$^{10}_{5}\text{B} + \text{n} \rightarrow {}^{7}_{3}\text{Li} + {}^{4}_{2}\text{He} \qquad (27.9)$$

ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଭଳି ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ମଧ୍ୟ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମମାନ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ । ସେଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ କହିବା ।

27.1.3 ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ

1 *ପ୍ରତିକାରକ (reactant) ଗୁଡ଼ିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟାର ଯୋଗଫଳ ଉତ୍ପାଦଗୁଡ଼ିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟାର ଯୋଗଫଳ ସହିତ ସମାନ ।*

ସମୀକରଣ-27.7 ରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ସଂରକ୍ଷିତ, କାରଣ $7 = 3 + 4 = 6 + 1$

1 *ପ୍ରତିକାରକଗୁଡ଼ିକର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କର ଯୋଗଫଳ ଉତ୍ପାଦଗୁଡ଼ିକର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କର ଯୋଗଫଳ ସହିତ ସମାନ ।*

ସମୀକରଣ-27.7 ରେ ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ ସଂରକ୍ଷିତ, କାରଣ $4 = 3 + 1 = 2 + 2$

1 *ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମକୁ ନିଉକ୍ଲୀୟ ସମୀକରଣ ଅନୁସରଣ କରେ । ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ଶକ୍ତିର ଗାଢ଼ ରୂପ । ତେଣୁ ପ୍ରତିକାରକଗୁଡ଼ିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ନିବିଷ୍ଟ (input) ଶକ୍ତିର ଯୋଗଫଳ ଉତ୍ପାଦଗୁଡ଼ିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ନିର୍ଗତ ଶକ୍ତିର ଯୋଗଫଳ ସହିତ ସମାନ ।*

1 *ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମକୁ ମାନେ । ଏଥିରୁ ବିଭିନ୍ନ ଉତ୍ପାଦ ନିଉକ୍ଲିୟସମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ବଂଟନ ହୋଇଥାଏ ।*

ବର୍ତ୍ତମାନ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର ଦିଅ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 27.1

1. ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସମୀକରଣଗୁଡ଼ିକୁ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ କର ।

   (a) $^{19}_{9}F + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{16}_{8}O + ?$

   (b) $^{27}_{13}Al + ^{1}_{0}n \rightarrow$ ® $? + ^{4}_{2}He$

   (c) $^{234}_{90}Th \rightarrow$ ® $^{234}_{91}Pa + ?$

   (d) $^{63}_{29}Cu + ^{2}_{1}D \rightarrow ^{64}_{30}Zn + ?$

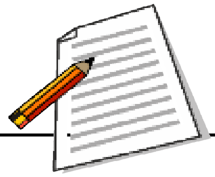
2. ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ନିର୍ଗତ ଶକ୍ତି ହିସାବ କର ।

   $^{10}_{5}B + ^{2}_{1}D \rightarrow 3\ ^{4}_{2}He + Q$

   ଦତ୍ତ : $m\ (^{10}B) = 10.01294$ u, $m\ (^{2}_{1}D) = 2.014103$ u, $m\ (^{4}_{2}He) = 4.002604$ u

3. ଗୋଟିଏ $^{14}_{7}N$ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ଆଲଫା କଣିକା ସହିତ ସଂଘାତ ପରେ $^{17}_{8}O$ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମୀକରଣ ଲେଖ ଓ ନିର୍ଗତ ଶକ୍ତି ହିସାବ କର ।

   ଦତ୍ତ : $m\ (^{14}_{7}N) = 14.003014$ u, $m\ (^{17}_{8}O) = 16.999138$ u,
   $m\ (^{4}_{2}He) = 4.002604$ u, $m\ (^{1}_{1}H) = 1.007825$ u,
   ଆଲ୍‌ଫା କଣିକାର ଶକ୍ତି = 7.7 MeV



ଟିପ୍ପଣୀ

27.2 ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ

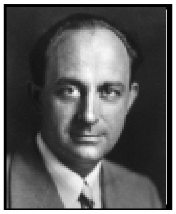
ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନର ଆବିଷ୍କାର କାହାଣୀ ଅତି ଚମତ୍କାର । 1938 ମସିହାରେ ଏର୍ନିରିକୋ ଫର୍ମି, ଅଟୋ ହାନ୍ ଓ ଆଉ କେତେଜଣ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଧୀର ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ୟୁରାନିୟମ୍ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍ ଉପରକୁ ନିକ୍ଷେପ କଲେ । ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ଥିଲା 92ଠାରୁ ଅଧିକ ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ ବିଶିଷ୍ଟ ୟୁରାନିୟମୋତ୍ତର ମୌଳିକ ସୃଷ୍ଟି କରିବା, ଯାହାକି ପ୍ରକୃତିରେ ମିଳେ ନାହିଁ । ୟୁରାନିୟମ୍ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍ ସେହି ଆପତିତ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ଗ୍ରହଣ କରିବା ଫଳରେ ତା ଭିତରେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍-ପ୍ରୋଟନ୍ ଅନୁପାତ ବୃଦ୍ଧିପାଇ ଚାଲିଲା । ଆଶା କରାଯାଉଥିଲା ଯେ ୟୁରାନିୟମ୍ ଏହି ଅନୁପାତ ହ୍ରାସ କରିବାକୁ ଯାଇ ବିଟା-ସକ୍ରିୟ ହେବ । ଅର୍ଥାତ୍ ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ଟି ଏକ ବିଟା-କଣିକା ଓ କିଛି ଶକ୍ତି ବିକିରଣ ପୂର୍ବକ ପ୍ରୋଟନ୍‌ରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହେବ ।

$$^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{239}_{93}Np + ^{0}_{-1}e + Q \ldots \quad \ldots \quad (27.10)$$

ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଗୋଟିଏ ନୂଆ ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ 93 ବିଶିଷ୍ଟ ୟୁରାନିୟମୋତ୍ତର ମୌଳିକ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ବୋଲି ଆଶା କରାଯାଉଥିଲା । ପ୍ରକୃତରେ ମଧ ଫର୍ମି ଓ ତାଙ୍କର ସହଯୋଗୀ ଗବେଷକମାନେ ବିଟା-ସକ୍ରିୟତା ଲକ୍ଷ୍ୟକଲେ । ଯେଉଁ ଅର୍ଦ୍ଧ-ଆୟୁ ମିଳିଲା, ତାହା ୟୁରାନିୟମ୍‌ର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ଜଣାଥିବା ଭାରୀ ମୌଳିକଗୁଡିକର ଅର୍ଦ୍ଧ-ଆୟୁଠାରୁ ଅଲଗା ଥିଲା । ତେଣୁ ୟୁରାନିୟମୋତ୍ତର ମୌଳିକ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା ବୋଲି ସେମାନେ ଏଥିରୁ ନିଶ୍ଚିତ ହେଲେ । କିନ୍ତୁ ସେମାନେ ସେହି ମୌଳିକକୁ ଚିହ୍ନଟ କରିବା ପାଇଁ ରାସାୟନିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବା ପରେ ବିଫଳ ପ୍ରମାଣିତ ହେଲେ ।

ସେହି ବର୍ଷ ଅଟୋ ହାନ୍ ଓ ଫ୍ରିଟଜ୍ ଷ୍ଟ୍ରାଉସମ୍ୟାନ୍ ଏକାଧିକ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ପରୀକ୍ଷଣ କରିବା ପରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଏକ ଉତ୍ପାଦ ସ୍ୱରୂପ ବେରିଅମ୍ ମୌଳିକର ସନ୍ଧାନ ପାଇଲେ । ତାହା ୟୁରାନିୟମୋତ୍ତର ମୌଳିକ ନଥିଲା, ବରଂ ମଝାମଝି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟାର ଏକ ମୌଳିକ ଥିଲା । ବେରିଅମ୍ ସହିତ ପ୍ରାୟ 200 MeV ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିଲା । ଧୀର ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସଂଘାତ ଫଳରେ ୟୁରାନିୟମ୍‌ରୁ ବେରିଅମ୍ ମିଳିବ ବୋଲି କେହି ଆଶା କରି ନଥିଲେ । ସେତେବେଳେ ଏଭଳି ପରିଘଟଣା ନିଉକ୍ଲୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ସଂପର୍କିତ ଜ୍ଞାନର ପରିସର ମଧ୍ୟରେ ନ ଥିଲା । 1938 ମସିହା ଡିସେମ୍ବର ମାସରେ ଏହି ଆବିଷ୍କାର ସଂପର୍କରେ '*ନେଚର*' ପତ୍ରିକାରେ ପ୍ରକାଶିତ ହେଲା ।

ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ଲିସେ ମେଇଟନର୍ ଓ ଅଟୋ ଫ୍ରିଶ୍ ଏହି ଫଳାଫଳକୁ ନିଉକ୍ଲିୟସର **'ତରଳ ବିନ୍ଦୁ ନମୁନା'** ଦ୍ୱାରା ବୁଝେଇଲେ ଓ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ଜୀବ କୋଷର ବିଭାଜନ ସହିତ ତୁଳନା କରି **'ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ'** ବୋଲି ନାମକରଣ କଲେ । ପରେ ପରେ ବୋର୍ ଓ ହୁଇଲର ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ନିର୍ଗତ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ହିସାବ କଲେ, ଯାହା ଫଳରେ ଏହି ନମୁନାର ଭୌତିକ ଭିତ୍ତି ସାବ୍ୟସ୍ତ ହେଲା ।



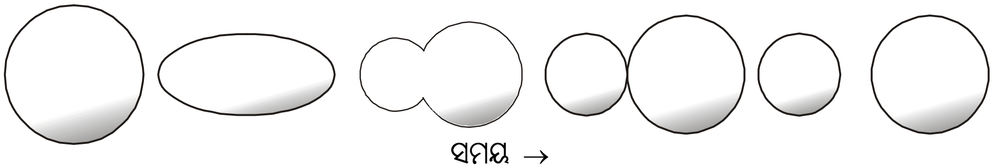
ଏନ୍‌ରିକୋ ଫର୍ମିଂ - 1901-1954

ଏନ୍‌ରିକୋ ଫର୍ମିଂ ଇଟାଲୀ ଦେଶର ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀ ଥିଲେ । ମାନବ କଲ୍ୟାଣରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ସେ ଉତ୍ତରଦାୟୀ ଥିଲେ । ସେ ଦେଖାଇଥିଲେ ଯେ, ଯଦି କୌଣସି ତତ୍ତ୍ୱରେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଧାରାରେ ବିସ୍ଫୋରଣ କରାଯାଏ ତେବେ ରୂପାନ୍ତରଣ (ଟ୍ରାନ୍ସଫରମେଶନ୍) ହୋଇପାରିବ । ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର ବିଖଣ୍ଡନ ଶୃଙ୍ଖଳାକୁ ସେ 1942 ମସିହାରେ ସାକାର ରୂପ ଦେଇଥିଲେ । କମ୍ ବୟସରେ ତାଙ୍କର ମୃତ୍ୟୁ ହୋଇଥିଲା । ମୃତ୍ୟୁ ପୂର୍ବରୁ କିଛି ବର୍ଷ ସେ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡ ବିକିରଣ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅଧ୍ୟୟନରେ ବ୍ରତୀ ଥିଲେ ।

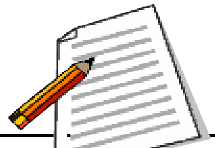
27.2.1 ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନର ଭିତ୍ତି

ନିଉକ୍ଲୀୟ ବଳ ସହିତ ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ଅଣୁଗୁଡିକୁ ବାନ୍ଧି ରଖିଥିବା ବଳ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁରୂପତାର ପ୍ରୟୋଗ କରି 1939 ମସିହାରେ ବୋହର୍ ଓ ହୁଇଲର ମିଶି ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ବିଭାଜନ ସଂପର୍କିତ ତତ୍ତ୍ୱର ବିକାଶ କଲେ । ସେମାନେ $^{238}_{92}U$ ତୁଳନାରେ $^{235}_{92}U$ ଅଧିକ ବିଖଣ୍ଡନୀୟ ବୋଲି ଅନୁମାନ କଲେ । ଚିତ୍ର 27.2 ଦେଖ । ଏଥିରେ ତାପୀୟ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଦ୍ୱାରା $^{235}_{92}U$ ର ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନର ବ୍ୟବସ୍ଥାଚିତ୍ର ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମୀକରଣ ଅନୁରୂପେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n + Q \quad (27.11)$$



ଚିତ୍ର 27.2 : ତରଳବୁନ୍ଦା ମଡ଼େଲ ଅନୁସାରେ ଏକ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟସ୍‌ରେ ବିଭାଜନ

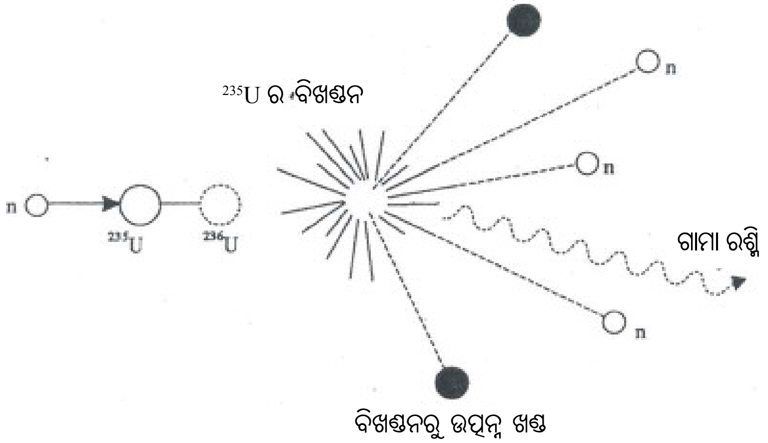


ଟିପ୍ପଣୀ

ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ନିର୍ଗତ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ଶକ୍ତି MeV କ୍ରମରେ ରହେ ଓ ଏଠାରେ Q ର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାୟ 200 MeV ।

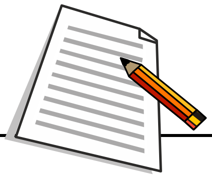
ଧ୍ୟାନ ଦିଅ :

ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ପ୍ରଗ୍ରହଣ କରିବାର 10^{-17} ସେକେଣ୍ଡ ଭିତରେ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟେ ଏବଂ ଏହାର 10^{-14} ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ବିଭାଜନ ପ୍ରସୂତ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଗତ ହୁଅନ୍ତି । ଅଧିକନ୍ତୁ ବିଭାଜିତ ଖଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକ ଅସମାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ । ଗୋଟିଏ ଅନ୍ୟଟି ତୁଳନାରେ ଦେଢ଼ କି ଦୁଇଗୁଣ ଓଜନିଆ । $^{235}_{92}U$ ନିଉକ୍ଲିୟସ 40ରୁ ଅଧିକ ପ୍ରକାରରେ ବିଭାଜିତ ହୋଇପାରିବ । ସମୀକରଣ-27.11 ରେ କେବଳ ଗୋଟିଏ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହାର ଅର୍ଥ $^{235}_{92}U$ ନିଉକ୍ଲିୟସର ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ୪0ରୁ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ନିଉକ୍ଲିୟସ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଓଜନିଆ ଖଣ୍ଡର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 125-150 ମଧ୍ୟରେ ରହେ, ଯେଉଁଠି 140 ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ନିଉକ୍ଲିୟସ ସବୁଠୁ ଅଧିକ ମିଳେ । ସେହିପରି କମ୍ ଓଜନିଆ ଖଣ୍ଡର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୪0-110 ମଧ୍ୟରେ ରହେ, ଯେଉଁଠି 95 ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ନିଉକ୍ଲିୟସ ସବୁଠୁ ଅଧିକ ମିଳେ । ଗୋଟିଏ ବିଭାଜନରୁ ନିର୍ଗତ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା 2 କିମ୍ବା 3 ରହେ । ପ୍ରତି $^{235}_{92}U$ ନିଉକ୍ଲିୟସ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ହାରାହାରି 2.54 ସଂଖ୍ୟକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର 27.3 : ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ

ବୋହର୍ ଓ ହୁଇଲର ନିଉକ୍ଲିୟସକୁ ସନ୍ତୁଳିତ ଅବସ୍ଥାରେ (ସର୍ବନିମ୍ନ ଶକ୍ତି) ରହିଥିବା ସମମିତ ଗୋଲାକାର ଚାର୍ଜିତ ତରଳ ବିନ୍ଦୁ ହିସାବରେ ବିବେଚନା କଲେ । ସେମାନଙ୍କ ମତରେ, ନିଉକ୍ଲିୟସ ଗୋଟିଏ ତାପୀୟ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ପ୍ରଗ୍ରହଣ କଲେ, ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି ଯାହାକି ପ୍ରତି $^{235}_{92}U$ ନିଉକ୍ଲିୟସ ପାଇଁ 6.8 MeV,



ଟିପ୍ପଣୀ

ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ଏହି ଶକ୍ତି ନିଉକ୍ଲିୟସକୁ ଉତ୍ତେଜିତ କରେ ଓ ଏହାର ଆକୃତିକୁ ବିକୃତ କରେ । ପୃଷ୍ଠତାନ ବଳ ଏହାର ଆକୃତିକୁ ପୂର୍ବ ଅବସ୍ଥାକୁ ଫେରେଇ ଆଣିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରେ, କିନ୍ତୁ କୁଲମ୍ବ ବଳ ଏହାକୁ ଆହୁରି ବିକୃତ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରେ । ଫଳତଃ ଉତ୍ତେଜକ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ଏହା ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଓ ଡମ୍ବରୁ ଆକୃତି ମଧ୍ୟରେ କଂପନ କରେ (ଚିତ୍ର 27.2) । ଯେତେବେଳେ ନିଉକ୍ଲିୟସ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଶୋଷଣ କରେ, ସେତେବେଳେ କଂପନର ଆୟାମ ବୃଦ୍ଧି ପାଇ ନିଉକ୍ଲିୟସ ଡମ୍ବରୁ ଆକୃତି ଧାରଣ କରେ । ଯେତେବେଳେ ଚାର୍ଜ-କେନ୍ଦ୍ର କ୍ଷୟ ମଧ୍ୟରେ ବ୍ୟବଧାନ ଏହି ସଂକଟ-ମୂଲ୍ୟରୁ ଅଧିକ ହୁଏ, ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସ୍ଥିରବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିକର୍ଷଣ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପୃଷ୍ଠତାନକୁ ବଳିଯାଏ । ଫଳରେ ନିଉକ୍ଲିୟସ ଦୁଇ ଖଣ୍ଡ ହୋଇଯାଏ, ଯାହାକି ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନର ରୂପ ନିଏ ।

ତାପୀୟ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଦ୍ୱାରା ବିଭାଜିତ ହେଉଥିବା $^{235}_{92}U$ ଭଳି ପଦାର୍ଥକୁ ବିଖଣ୍ଡନୀୟ ପଦାର୍ଥ କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟ ବିଖଣ୍ଡନୀୟ ପଦାର୍ଥଗୁଡିକ ହେଲା $^{233}_{90}Th$, $^{233}_{92}U$ ଓ $^{239}_{93}Pu$ । ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଦେଖିପାରିବ, ଏସବୁ ନିଉକ୍ଲିୟସଗୁଡିକର ଅଯୁଗ୍ମ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଓ ଯୁଗ୍ମ ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ ରହିଛି ।

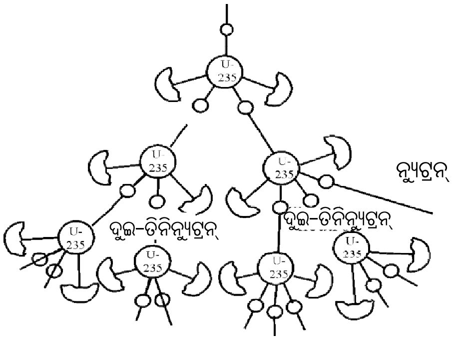
ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତ୍ରୁଟି ହିସାବ କରି ଆମେ $^{235}_{92}U$ ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ବିଭାଜନରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିର ଆକଳନ କରିପାରିବା ।

ସାରଣୀ 27.1 : ଗୋଟିଏ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ନିର୍ଗତ ଶକ୍ତିର ହିସାବ

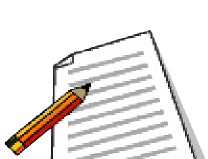
ପ୍ରତିକାରକ	**ବସ୍ତୁତ୍ୱ**	**ଉତ୍ପାଦ**	**ବସ୍ତୁତ୍ୱ**
$^{235}_{92}U$	235.0439 u	$^{141}_{56}Ba$	140.9139 u
$^{1}_{0}n$	1.008665 u	$^{92}_{36}Kr$	91.8973 u
		$3 \times Vn$	3.025995 u
Total mass	**236.052565 u**	Total mass	**235.837195 u**
Mass defect	**0.21537 u**		
Energy released	**0.21537 x 931 ≅ 200 MeV**		

27.2.2 ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

ତୁମେ ଜାଣିଲ ଯେ $^{235}_{92}U$ ନିଉକ୍ଲିୟସ ଗୋଟିଏ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ପ୍ରଗ୍ରହଣ କରିବା ପରେ ଦୁଇଖଣ୍ଡରେ ବିଭକ୍ତ ହୁଏ ଏବଂ 2-3ଟି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ସେଗୁଡିକର ମଧ୍ୟ ଆହୁରି ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ କରିବାର କ୍ଷମତା ରହିଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ବିଲୟ ହୁଏ, କିନ୍ତୁ ତା ସ୍ଥାନ ନିଏ ଦୁଇରୁ ଅଧିକ ନିଉଟ୍ରନ୍ । ତେଣୁ ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନର ଏକ ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଜାରି ରହିବାର ଏକ ଚମତ୍କାର ସମ୍ଭାବନା ଦେଖାଗଲା । ଯଦି ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ହାର ବିଲୟ ହେଉଥିବା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ହାର ସହିତ ସମାନ ହୁଏ, ତେବେ ସେଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ 'ସ୍ୱ-ପୋଷୀ' କୁହାଯାଏ । ଏକ 'ସ୍ୱତଃ-ନିର୍ବାହୀ' ଓ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଜାରି ରଖୁଥିବା ଉପକରଣକୁ 'ନିଉକ୍ଲିଆର ରିଆକ୍ଟର' କୁହାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 27.4 ନିଉକ୍ଲିୟ ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା



ଟିପ୍ପଣୀ

ଯେଉଁ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ, ସେହି ଅନୁଯାୟୀ 'ନିଉକ୍ଲିଆର ରିଆକ୍ଟର'ଗୁଡିକର ବର୍ଗୀକରଣ କରାଯାଏ । ବିଜୁଳିଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ସକାଶେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପାୱାର ରିଆକ୍ଟର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଗବେଷଣା ସକାଶେ ବ୍ୟବହୃତ ରିଆକ୍ଟରରେ ଚିକିତ୍ସା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ରେଡିଓଆଇସୋଟପ୍ ତିଆରି କରାଯାଏ ଏବଂ ପ୍ରୟୋଗାତ୍ମକ ଗବେଷଣା ସକାଶେ ବିଭିନ୍ନ ପରୀକ୍ଷଣ ହୁଏ । ଆମେ ମଧ୍ୟ ରିଆକ୍ଟରଗୁଡିକୁ ସେଥିରେ ବ୍ୟବହୃତ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ କଣିକାର ଶକ୍ତି ଅନୁସାରେ କ୍ଷୀପ୍ର (ଫାଷ୍ଟ) କିମ୍ବା ତାପୀୟ (ଥର୍ମାଲ) ରିଆକ୍ଟର କହୁ । ଆମ ଭାରତରେ ତାରାପୁର, ନାରୋରା, କୋଟା, କାଇଗା ଇତ୍ୟାଦି ସ୍ଥାନରେ ତାପୀୟ ପାୱାର ରିଆକ୍ଟର ଅଛି । କଳ୍ପକମ୍‌ଠାରେ ଗୋଟିଏ ଫାଷ୍ଟ୍ ବ୍ରୀଡର ଗବେଷଣା ରିଆକ୍ଟର ତିଆରି ଚାଲିଛି । ତୁମେ ଏବେ 'ନିଉକ୍ଲୀୟ ରିଆକ୍ଟର' ସଂପର୍କରେ ସଂକ୍ଷେପରେ କିଛି କଥା ଜାଣିବ ।

27.2.3 ନିଉକ୍ଲିଆର ରିଆକ୍ଟର

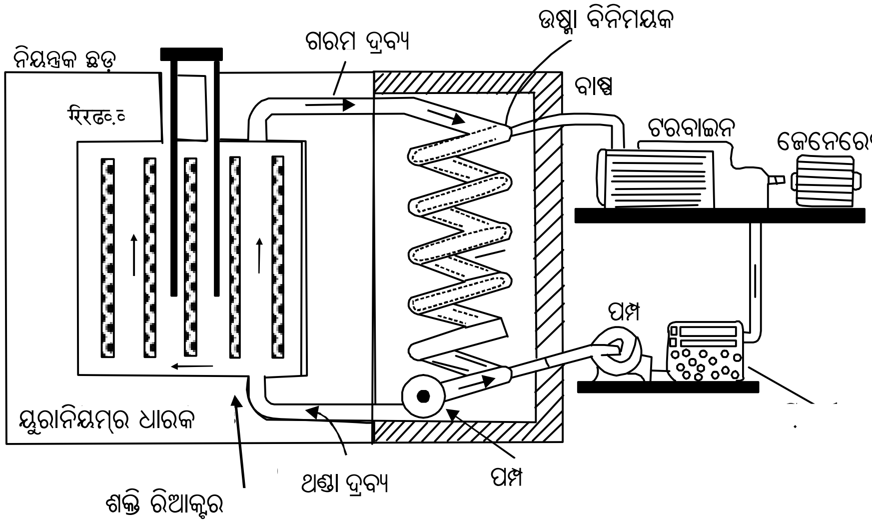
ଫର୍ମି ଓ ତାଙ୍କର ସହଯୋଗୀମାନେ ପ୍ରଥମେ ଆମେରିକାର ସିକାଗୋ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ରିଆକ୍ଟର ନିର୍ମାଣ କରିଥିଲେ । ତାପରେ ସାରା ପୃଥିବୀରେ ଶକ୍ତିର ଚାହିଦା ମେଣ୍ଟେଇବା ପାଇଁ ଏକାଧିକ ରିଆକ୍ଟର ନିର୍ମିତ ହୋଇଛି । କେତେକ ଦେଶରେ ନିଜ ଚାହିଦାର 70 ପ୍ରତିଶତ ଶକ୍ତି ରିଆକ୍ଟରକୁ ଉତ୍ପାଦିତ ହେଉଛି । ଭାରତରେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତିର ଅବଦାନ ମାତ୍ର 2 ପ୍ରତିଶତ, କିନ୍ତୁ ଏହି ପରିମାଣକୁ ବୃଦ୍ଧି କରିବା ଦିଗରେ ପ୍ରୟାସ ଜାରି ରହିଛି । ଆମେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରୁ ପ୍ରାୟ 20,000 ମେଗାୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରୁ ।

ନିଉକ୍ଲୀୟ ରିଆକ୍ଟରର ଆକାର ବିଶାଳ ଓ ଗଠନଶୈଳୀ ଜଟିଳ । ଅତି ଯତ୍ନର ସହିତ ତାହା ନିର୍ମାଣ କରିବାକୁ ହୁଏ । ନିଉକ୍ଲୀୟ ପାୱାର ପ୍ଲାଣ୍ଟର ମୂଳତତ୍ତ୍ୱ ଅତି ସରଳ, ଯେ କୌଣସି ପାୱାର ପ୍ଲାଣ୍ଟର ଅନୁରୂପ । ନିଉକ୍ଲୀୟ ଜାଳେଣି ଚାରିପଟେ ଜଳ ଭଳି ପ୍ରଶୀତକ ପ୍ରବାହିତ କରାଯାଇ ବିଭାଜନରୁ ନିର୍ଗତ ତାପ ଦ୍ୱାରା ଏହାକୁ ଉଚ୍ଚ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ କରାଯାଏ । କୋଇଲା ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ତାପଜ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ରରେ ଜଳକୁ ଜଳୀୟବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ କରିବା ସକାଶେ କୋଇଲା ଜଳାଯାଏ । ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁର ଦହନରୁ ମିଳୁଥିବା ଶକ୍ତିର ପ୍ରାୟ 7,00,000 ଗୁଣ ଶକ୍ତି ମିଳେ ଗୋଟିଏ ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରୁ । ତେଣୁ କୋଇଲା ଜାଳେଣି ବଦଳରେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ଜାଳେଣି ବ୍ୟବହାର ଫଳରେ ସବୁଜଗୃହ ବାଷ୍ପର ନିର୍ଗମନ ପରିମାଣକୁ ଯଥେଷ୍ଟ ପରିମାଣରେ ହ୍ରାସ କରାଯାଇ ପାରିବ । ଅବଶ୍ୟ ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର ସହିତ ଜାଗତିକ ସ୍ତରରେ ଅନେକ ସାମାଜିକ ଓ ରାଜନୈତିକ ଜଟିଳ ସମସ୍ୟା ଜଡିତ । ଏହା ହିଁ ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର ବିଷୟକ ଆମର ଅନ୍ତିମ ପଦକ୍ଷେପ ସଂପର୍କରେ ନିଷ୍ପତ୍ତି ଗ୍ରହଣ କରିହେବ ।

ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଦ୍ୱାରା ଟରବାଇନ୍-ଜେନେରେଟର ବ୍ୟବସ୍ଥା କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ହେଲେ ବିଜୁଳିଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ଗବେଷଣା ରିଆକ୍ଟରର ତାପକୁ ନଦୀ ବା ସମୁଦ୍ରକୁ ନିଷ୍କାସିତ କରାଯାଏ । ତୁମେ ମୁମ୍ବାଇସ୍ଥିତ ଟ୍ରମ୍ବେର ଭାଭା ପରମାଣୁ ଗବେଷଣା କେନ୍ଦ୍ର କିମ୍ବା କଳ୍ପକମ୍‌ର ଇନ୍ଦିରା ଗାନ୍ଧି ପରମାଣୁ ଗବେଷଣା କେନ୍ଦ୍ର ବିଷୟରେ ଶୁଣିଥିବ । ଏହି କେନ୍ଦ୍ରସ୍ଥ ଗବେଷଣା ରିଆକ୍ଟରର ଉତ୍ପନ୍ନ ତାପକୁ ଯଥାକ୍ରମେ ଆରବ ସାଗର ଓ ବଙ୍ଗୋପସାଗରକୁ ଛାଡି ଦିଆଯାଏ ।

ଗୋଟିଏ ରିଆକ୍ଟରର ସାଧାରଣ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡିକୁ ଚିତ୍ର-27.5ରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇଛି । ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ବିଭିନ୍ନ ଯନ୍ତ୍ର ଓ ଯନ୍ତ୍ରାଂଶକୁ ନେଇ ସମସ୍ତ ନିଉକ୍ଲୀୟ ରିଆକ୍ଟର ତିଆରି ହୋଇଥାଏ ।

1 **ରିଆକ୍ଟରର କ୍ରୋଡ଼ :** ଏଠାରେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ ଘଟି ଶକ୍ତି ଜାତ ହୁଏ । ଏଠାରେ ଜାଳେଣି ଦଣ୍ଡ ଏକ ତାପୀୟ ରିଆକ୍ଟରର ମଡେରେଟର ଭିତରେ ବୁଡ଼ିଥାଏ ଓ ନିୟନ୍ତ୍ରକ ଦଣ୍ଡ ଥାଏ । ଆବଶ୍ୟକ ସ୍ତରରେ ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ରଖିବା ସକାଶେ ନିୟନ୍ତ୍ରକ ଦଣ୍ଡ ଥାଏ । ବିଭାଜନ ହେତୁ



ଚିତ୍ର 27.5 : ଏକ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ରିଆକ୍ଟର ବ୍ୟବସ୍ଥା ଚିତ୍ର

ନିର୍ଗତ ତାପକୁ ଶୋଷିନେବା ପାଇଁ କୁଲାଣ୍ଟ (Coolant) ପ୍ରବାହିତ କରାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ଭାରୀଜଳ ବା ସାଧାରଣ ଜଳକୁ କୁଲାଣ୍ଟ ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ନିୟନ୍ତ୍ରକ ଦଣ୍ଡ ଭାବରେ କ୍ୟାଡ୍‌ମିୟମ୍ ବା ବୋରନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

1 ***ପ୍ରତିଫଳକ (ରିଫ୍ଲେକ୍ଟର୍)*** : କ୍ରୋଡ଼ ପାଖକୁ ପ୍ରତିଫଳକ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏହା କ୍ରୋଡ଼ଠାରୁ ବାହାରକୁ ଚାଲିଆସୁଥିବା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ଅଟକାଇ ଦିଏ ।

1 ***ଚାପ ପାତ୍ର (ପ୍ରେସର ଭେସେଲ)*** : ସମୁଦାୟ ସମୁଚ୍ଚୟକୁ ଯେଉଁ ପାତ୍ର ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥାଏ, ତାହାକୁ ଚାପ ପାତ୍ର କୁହାଯାଏ । ଏଥିପାଇଁ କିଛି ଇଞ୍ଚ ମୋଟେଇର ଷ୍ଟେନ୍‌ଲେସ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

1 ***ଶିଲ୍ଡ୍*** (Shield) : ରିଆକ୍ଟର ଚାରିପାଖରେ କାର୍ଯ୍ୟରତ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଓ ଅନ୍ୟମାନଙ୍କୁ କ୍ରୋଡ଼ ଭିତରୁ ବାହାରୁଥିବା ମାରାତ୍ମକ ବିକିରଣରୁ ରକ୍ଷାକରିବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ମୋଟା ଶିଲ୍ଡ଼ ଥାଏ । ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଗୋଟିଏ ମୋଟା କଂକ୍ରିଟ୍ କାନ୍ଥ ଭାବରେ ରହିଥାଏ ।

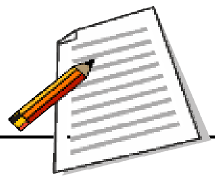
1 ***ରିଆକ୍ଟର ଗୃହ*** : ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ରିଆକ୍ଟର ବ୍ୟବସ୍ଥା ଗୋଟିଏ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଗୃହ ଭିତରେ ରହିଥାଏ । ଏହା ଭିତରକୁ ବାୟୁ ଚଳାଚଳ ହୁଏ ନାହିଁ । ଗୃହକୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପଠାରୁ ସାମାନ୍ୟ କମ୍ ଚାପରେ ରଖାଯାଇଥାଏ, ଯାହା ଫଳରେ ଗୃହ ଭିତରର ବାୟୁ ବାହାରକୁ ବାହାରି ପାରିବ ନାହିଁ ।

ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ ହେତୁ ରିଆକ୍ଟର କ୍ରୋଡ଼ ଭିତରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ତାପକୁ କୁଲାଣ୍ଟ ପ୍ରବାହ ଦ୍ୱାରା ନିଷ୍କାନ୍ତ କରିଦିଆଯାଏ । ଉତ୍ତପ୍ତ କୁଲାଣ୍ଟ ନିଜର ତାପକୁ ଆଉ ଏକ ଦ୍ୱିତୀୟକ ତରଳ ପଦାର୍ଥ (ସାଧାରଣତଃ ଜଳ) କୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରେ । ଜଳ ସେହି ତାପ ଗ୍ରହଣ କରି ଜଳୀୟବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୁଏ, ଯାହାକି ଟରବାଇନ୍-ଜେନେରେଟର ବ୍ୟବସ୍ଥାକୁ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ କରି ପାଓ୍ୱାର ପ୍ଲାଂଟ୍‌ରେ ବିଜୁଳିଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । କିନ୍ତୁ ଗବେଷଣା ରିଆକ୍ଟରରେ ତାପକୁ ନଦୀ, ହ୍ରଦ ବା ସମୁଦ୍ରକୁ ଛାଡ଼ି ଦିଆଯାଏ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 27.2

1. ଗୋଟିଏ $^{238}_{92}U$ ନିଉକ୍ଲିୟସ ଏକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରିବା ପରେ β-ସକ୍ରିୟ ହୁଏ କାହିଁକି ?

....



ଟିପ୍ପଣୀ

2. $^{238}_{92}U$, ^{141}Ba , $^{12}_{6}C$ ଓ ^{239}Pu ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ବିଖଣ୍ଡନୀୟ ?

....

3. ଗୋଟିଏ $^{235}_{92}U$ ନିଉକ୍ଲିୟସର ବିଭାଜନ ହେଲେ କେତେ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ ?

....

27.3 ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ

ତୁମେ ଏବେ ଜାଣିଲ ଯେ, ୟୁରାନିୟମ୍ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍ ବିଖଣ୍ଡିତ ହୋଇ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ପୂର୍ବକ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ହାଲୁକା ନିଉକ୍ଲିଅସ୍ ସୃଷ୍ଟି କରିପାରିବ । ତୁମେ ଏବେ ପଚାରିପାର – ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ପାଇଁ ଆମେ ହାଲୁକା ନିଉକ୍ଲିଅସ୍‌ଗୁଡିକୁ ଯୋଡି ପାରିବା କି ? ଏହି ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ପାଇବା ପାଇଁ ଚିତ୍ର-26.2 ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ନିଉକ୍ଲିଅନ ପ୍ରତି ବନ୍ଧନଶକ୍ତି ବକ୍ରଲେଖଟି ଦେଖ । ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ ଯେ, ଉଦ୍‌ଜାନରୁ ହିଲିୟମ୍ ଆଡକୁ ଗଲେ ନିଉକ୍ଲିଅନ ପିଛା ବନ୍ଧନଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧିପାଉଛି । ଏହାର ଅର୍ଥ ଉଦ୍‌ଜାନ ତୁଳନାରେ ହିଲିୟମ୍ ଅଧିକ ସ୍ଥାୟୀ । ନିମ୍ନସ୍ଥ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଦେଖ ।

$$^{2}_{1}D + ^{2}_{1}D \rightarrow ^{4}_{2}He + Q$$

ତୁମେ ପ୍ରତିକାରକ ଓ ଉତ୍ପାଦଗୁଡିକର ବନ୍ଧନଶକ୍ତି ସହଜରେ ହିସାବ କରିପାରିବ ।

ପ୍ରତିକାରକଗୁଡିକର ସମୁଦାୟ ବନ୍ଧନଶକ୍ତି, $BE_1 = 2 \times 2.22 = 4.44$ MeV

ଉତ୍ପାଦଗୁଡିକର ସମୁଦାୟ ବନ୍ଧନଶକ୍ତି, $BE_2 = 28.295$ MeV

ନିର୍ଗତ ସମୁଦାୟ ବନ୍ଧନଶକ୍ତି, $Q = BE_2 - BE_1 \cong 24$ MeV

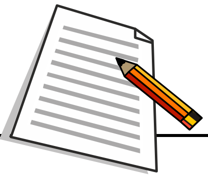
∴ **ଧ୍ୟାନ ଦିଅ** : ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ନିଉକ୍ଲିଅନ୍ ପିଛା ନିର୍ଗତ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ = 24 ÷ 4 = 6 MeV । ଏହା ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନରେ ନିଉକ୍ଲିଅନ୍ ପିଛା ନିର୍ଗତ ଶକ୍ତିର ପ୍ରାୟ 7 ଗୁଣ । କାରଣ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ନିଉକ୍ଲିଅନ୍ ପିଛା 200 ÷ 238 = 0.83 MeV ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।

ଯେଉଁ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଦୁଇଟି ହାଲୁକା ନିଉକ୍ଲିଅସ୍ ଏକତ୍ରିତ ହୋଇ ଏକ ଭାରୀ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍ କରନ୍ତି, ସେହି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ ।

ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେଉଛି ଅଧିକ ସ୍ୱାଗତଯୋଗ୍ୟ । କିନ୍ତୁ ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ ତୁଳନାରେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟାଇବା କଷ୍ଟକର । କାରଣ ଉଭୟ ଡିଉଟେରନ୍ ପଜିଟିଭ ଚାର୍ଜିତ । ଆମେ ଯେତେବେଳେ ଉଭୟକୁ ଏକତ୍ର କରି ଗୋଟିଏ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍‌ରେ ପରିଣତ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରୁ, ସେମାନେ ପରସ୍ପରକୁ ତୀବ୍ର ଭାବରେ ବିକର୍ଷଣ କରନ୍ତି । ତେଣୁ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସାଧାରଣତଃ ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରାଇବା ସକାଶେ ଡିଉଟେରନ୍‌ଗୁଡିକୁ ପ୍ରାୟ ଏକ କୋଟି କେଲଭିନ୍ ତାପମାତ୍ରା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ, ଯାହା ଫଳରେ ସେମାନେ ପରସ୍ପର ସହିତ ସଂଘାତ ଯୋଗୁଁ ଯୋଡିଯାଇ ହିଲିୟମ୍ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍‌ରେ ପରିଣତ ହେବାପୂର୍ବରୁ ସେମାନଙ୍କର ଯଥେଷ୍ଟ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ବିକର୍ଷଣକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିପାରେ । କିନ୍ତୁ ପ୍ରତିକାରକଗୁଡିକୁ ଏହି ଅତ୍ୟୁଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାରେ ନିରବଛିନ୍ନ ଭାବରେ ଏକତ୍ର ରଖିବା ଭଳି ସମସ୍ୟା ଏଯାଏ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ସମାଧାନ ହୋଇ ପାରିନାହିଁ । ତଥାପି ଏହି ଶକ୍ତି ଉତ୍ସକୁ ଉପଯୋଗ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ତାପନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ସମ୍ଭାବନା ବେଶି ଦୂର ନୁହେଁ ।

ସାରଣୀ 27.2 : କେତେକ ଲଘୁ ପରମାଣୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ନିଉକ୍ଲିଅନ୍ ପିଛା ବନ୍ଧନଶକ୍ତି

ନିଉକ୍ଲିଅନ୍	ନିଉକ୍ଲିଅନ୍ ପିଛା ବନ୍ଧନଶକ୍ତି (MeV)
^{2}D	1.11
^{3}T	2.827
^{3}He	2.573
^{4}He	7.074
^{6}Li	5.332
^{7}Li	6.541



ଟିପ୍ପଣୀ

ସମୁଦ୍ରରେ ପ୍ରାୟତଃ ଅସରନ୍ତି ପରିମାଣର ଡିଉଟେରିଅମ୍ (ଭାରୀ ଉଦ୍‌ଜାନ) ମହଜୁଦ ଅଛି । ଥରେ ଏହି ଉତ୍ସର ଉପଯୋଗ ଆରମ୍ଭ ହେଲେ ଆମର ଶକ୍ତି ସମସ୍ୟାର ସବୁଦିନ ପାଇଁ ସମାଧାନ ହେବ । ବିନା ପ୍ରଦୂଷଣରେ ଆମେ ଶସ୍ତା ବିଜୁଳିଶକ୍ତିର ଅସରନ୍ତି ଯୋଗାଣ ଲାଭ କରିପାରିବା । କାରଣ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଡିଉଟେରିଅମ୍‌ରୁ (ଭାରୀ ଉଦ୍‌ଜାନ) ପ୍ରାୟ 1 ଲକ୍ଷ Kwh ଶକ୍ତି ମିଳିବ ।

27.3.1 ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ତାରକାର ଶକ୍ତି

ଆମର ସୂର୍ଯ୍ୟ ଭଳି ତାରକାଗୁଡିକ ଅତି ବିଶାଳକାୟ । ସେମାନେ କୋଟି କୋଟି ବର୍ଷ ଧରି ବିପୁଳ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଅନବରତ ଭାବରେ ବିକିରଣ କରିଚାଲିଛନ୍ତି । ଏତେ ଶକ୍ତି କୋଇଲା ଭଳି ପାରମ୍ପରିକ ଜାଳେଣି ଜାଳିଲେ ମିଳିପାରିବ ନାହିଁ । ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ ମଧ୍ୟ ଏହି ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ ହୋଇପାରିବ ନାହିଁ, କାରଣ ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ଏତେ ପରିମାଣରେ ଭାରୀ ମୌଳିକ ନାହିଁ । ମୁଖ୍ୟତଃ ଉଦ୍‌ଜାନ ଓ ହିଲିୟମ୍ ବାଷ୍ପକୁ ନେଇ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଗଠିତ । ତୁମର ଜାଣିବାକୁ ଇଚ୍ଛା ହେବ – ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ କିଏ ? ମଣିଷ ଏହି ପ୍ରଶ୍ନ ଉପରେ ଅନେକ ଚିନ୍ତା କରିଛି । 'ଟୁଇଙ୍କିଲ୍ ଟୁଇଙ୍କିଲ୍ ଲିଟିଲ୍ ଷ୍ଟାର, ହାଓ ଆଇ ୱାଣ୍ଡର୍ ହ୍ୱାଟ୍ ୟୁ ଆର୍' – ପିଲାଦିନେ ଏହି ଛନ୍ଦଗୀତ ଶିଖିବା ସମୟରେ ତୁମେ ଆକାଶକୁ ଚାହିଁ ଥିବ ।

ତୁମେ ଜାଣିଥିବ ଯେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ବିଶାଳ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତୀବ୍ର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଯାହା ଫଳରେ ଏହାକୁ ଗଠନକାରୀ ଗ୍ୟାସମାନ ପ୍ରବଳ ଚାପରେ ସଂକୁଚିତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହନ୍ତି । ଚାପ ହେତୁ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଅଭ୍ୟନ୍ତର ତାପମାତ୍ରା ଲକ୍ଷ ଲକ୍ଷ କେଲଭିନ୍ ଛୁଇଁଯାଏ । ଆକଳନରୁ ଜଣାଯାଏ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଅଭ୍ୟନ୍ତର ତାପମାତ୍ରା 2 କୋଟି କେଲଭିନ୍ । ଏଭଳି ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପରେ ବାଷ୍ପଅଣୁଗୁଡିକ କ୍ଷୀପ୍ର ବେଗରେ ଗତି କରନ୍ତି ଓ ପରସ୍ପର ସହିତ ସଂଘାତ କରି ତାପନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଫଳରେ ବିପୁଳ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ଉଦ୍‌ଜାନର ସଂଯୋଜନରୁ ହିଲିୟମ୍ ସୃଷ୍ଟି ହେଲେ ନକ୍ଷତ୍ରଗୁଡିକରେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ବୋଲି ବେଥେ କହିଥିଲେ ।

$$4\,{}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{+1}e + Q$$

ଏଠାରେ 4ଟି ଉଦ୍‌ଜାନ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ମିଶି ଗୋଟିଏ ହିଲିଅମ୍ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍ ସୃଷ୍ଟି କରିବା ସହିତ ଓ ଦୁଇଟି ପଜିଟ୍ରନ୍ ସହିତ 26.8 MeV ଶକ୍ତି ନିର୍ଗମ କରନ୍ତି । ପଜିଟ୍ରନ୍ ହେଉଛି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସଦୃଶ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣିକ କଣିକା ଯାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସମାନ କିନ୍ତୁ ଚାର୍ଜ ପଜିଟିଭ । ତାପନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରକ୍ରିୟାରୁ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ବିପୁଳ ଶକ୍ତି ହିଁ ନକ୍ଷତ୍ରର ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ । ସୂର୍ଯ୍ୟକୁ ଆହୁରି ୪00 କୋଟି ବର୍ଷ ଧରି ଦୀପ୍ତିମନ୍ତ କରି ରଖିବା ପାଇଁ ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ଯଥେଷ୍ଟ ପରିମାଣରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ମହଜୁଦ ଅଛି ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 27.3

1. ଗୋଟିଏ ${}^{235}_{92}U$ ନିଉକ୍ଲିୟସର ବିଭାଜନରୁ 200MeV ଓ 4ଟି ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ସଂଯୋଜନରୁ 26.8 MeV ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ । କେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟାରୁ ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପିଛା ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ?

2. ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସମୀକରଣଗୁଡିକୁ ଦେଖ ।

   ( ) ${}^{1}_{1}H + {}^{7}_{3}Li \rightarrow {}^{4}_{2}He + Q$

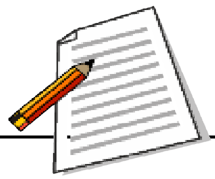
   ( ) ${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{1}H + {}^{1}_{1}H + 4\ MeV$

   ପ୍ରଥମ ସମୀକରଣରେ Qର ମୂଲ୍ୟ ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ ସମୀକରଣରେ ଟ୍ରିଟିୟମ୍ ${}^{3}_{1}H$ ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଦିଆଯାଇଛି : $m(^{2}_{1}H) = 2.014103\ u$, $m(^{7}_{3}Li) = 7.015982\ u$,

$m(^{4}_{2}He) = 4.002604\ u$, $m(^{1}_{1}H) = 1.007825\ u$.

27.4 ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତି



ଟିପ୍ପଣୀ

ଜୀବନର ସମସ୍ତ ଅର୍ଥନୈତିକ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମର ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ । ଗୋଟିଏ ରାଷ୍ଟ୍ରର ମୁଣ୍ଡପିଛା ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର ଏହାର ବିକାଶର ପରିମାପକ । 2007 ମସିହାର ୟୁନେସ୍କୋ ରିପୋର୍ଟ ଅନୁଯାୟୀ ପୃଥିବୀ ମାତା ଯେତିକି ଖାଦ୍ୟ, ଜଳ ଓ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିପାରିବ, ଆମେ ତାଠାରୁ 40% ଅଧିକ ବ୍ୟବହାର କରୁ । ସତ କହିଲେ ମଣିଷ ସମାଜ ଶକ୍ତି ନିରାପତ୍ତା ଦିଗରେ ଅନବରତ ଚେଷ୍ଟା କରିଆସୁଛି ଓ ନୂତନ ଶକ୍ତିଉତ୍ସର ସନ୍ଧାନ ଜାରି ରଖିଛି । ଶକ୍ତିର ଅତ୍ୟଧିକ ବ୍ୟବହାର ହେତୁ ପାରମ୍ପରିକ ଶକ୍ତିଉତ୍ସଗୁଡିକ ଖୁବ୍ ଶୀଘ୍ର ସରିଆସୁଛି ଓ ଆସନ୍ତା 100 ବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଶେଷ ହୋଇଯାଇପାରେ । ଶାନ୍ତିପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରୟୋଗ ମାଧ୍ୟମରେ ଆମର ଭବିଷ୍ୟତ ଶକ୍ତିର ଆବଶ୍ୟକତା ପୂରଣ କରିବା ଦିଗରେ ସମ୍ଭବତଃ ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତି ହିଁ ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ସମ୍ଭାବନା । ଏହି ସଂପର୍କରେ ଆମେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

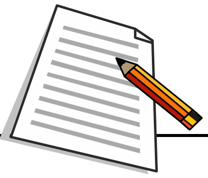
27.4.1 ଶାନ୍ତିକାଳୀନ ପ୍ରୟୋଗ

ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତିର ବିନିଯୋଗ ଫଳରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ହେଉଛି ସବୁଠାରୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଶାନ୍ତିକାଳୀନ ପ୍ରୟୋଗ । ନିଉକ୍ଲୀୟ ପାୱାର ପ୍ଲାଂଟ୍‌ର ଗୋଟିଏ ବଡ ଲାଭ ହେଉଛି ଯେ ତାପଜ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ର ପରି ଲଗାତାର ଭାବରେ ଗ୍ୟାସ ବା କୋଇଲା ଜାଳେଣି ଯୋଗାଇବା ଦରକାର ନାହିଁ । ପୁଣି ଜୀବାଶ୍ମ ଜାଳେଣି ଓ ତାପଜ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ରରୁ ନିର୍ଗତ ଧୂଆଁ ଓ ପାଉଁଶ ପ୍ରଦୂଷଣ ଏଥିରେ ହୁଏ ନାହିଁ । ରିଆକ୍ଟରରେ ଥରେ ଜାଳେଣି ଭରିଦେଲେ ତାହା ଏକା ଥରେ 6 ମାସ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଚାଲେ । ସେଥିପାଇଁ ବଡବଡ଼ ଜାହାଜ ଓ ବୁଡାଜାହାଜକୁ ଚଳାଇବା ସକାଶେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପାୱାର ପ୍ଲାଂଟ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି ।

ତେବେ ରିଆକ୍ଟରରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଲା ପରେ ମଧ୍ୟ ଜାଳେଣିରେ ପ୍ରଚୁର ପରିମାଣରେ ରେଡିଓ-ଆଇସୋଟପ୍ ରହୁଥିବାରୁ ତାହା ଅତିମାତ୍ରାରେ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ । ଭାରତରେ ସେହି ଜାଳେଣିର ଆବଶ୍ୟକ ପରିଚାଳନା ପାଇଁ ନିଜର ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ସୁବିଧା ରହିଛି । ସେଥିରୁ ରେଡିଓ-ଆଇସୋଟପ୍ ବାହାରକରି କୃଷି, ଚିକିତ୍ସା, ଶିଳ୍ପ ଓ ଗବେଷଣା କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାହାର ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଉଛି । ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବିକିରଣରୁ ରକ୍ଷାପାଇବା ପାଇଁ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଆବର୍ଜନାଗୁଡିକୁ ସାଧାରଣତଃ ମୋଟା ଷ୍ଟିଲ୍ ବାକ୍ସ ଭିତରେ ପୂରେଇ ଗଭୀର ଲବଣ ଖଣି ଭିତରେ ରଖାଯାଏ । ତଥାପି, 1945 ମସିହା ଅଗଷ୍ଟ 6 ତାରିଖରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତିର ଧ୍ୱଂସକାରୀ କ୍ଷମତାକୁ ଆଖି ଆଗରେ ରଖି ଏହା ଅନେକ ବିବାଦ ଉଦ୍‌ଜୀବିତ କରିଛି । ସେଦିନ ଜାପାନର ହିରୋସିମା ଉପରେ ପଡିଥିବା ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ବୋମା ମାତ୍ର କେଇ ସେକେଣ୍ଡ ଭିତରେ ହଜାର ହଜାର ଲୋକଙ୍କର ପ୍ରାଣ ନେଇଥିଲା । ତା'ପରେ ବି ଅଧିକ କ୍ଷମତାଶାଳୀ ଉଦ୍‌ଜାନ ଓ ଯବକ୍ଷାରଜାନ ବୋମା ତିଆରି ହୋଇଛି । ଏଗୁଡିକ ଆମର ସୁନ୍ଦର ଗ୍ରହକୁ ବାରମ୍ବାର ଧ୍ୱଂସ କରିପାରିବେ ।

ଭାରତରେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପାୱାର

ଭାରତ ସ୍ୱାଧୀନତା ଲାଭ କରିବାର ଠିକ୍ ପରେ ପରେ ଜନସାଧାରଣଙ୍କ ବ୍ୟବହାର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତିର ଉପଯୋଗ କରିବାର ସମ୍ଭାବନାକୁ ଡକ୍ଟର ହୋମି ଜାହାଙ୍ଗିର ଭାଭା ଜାଣି ପାରିଥିଲେ । ଦେଶର ନିଉକ୍ଲୀୟ କ୍ଷମତାର ଆବଶ୍ୟକତାକୁ ପୂରଣ କରିବା ପାଇଁ ସେ ତ୍ରି-ସ୍ତରୀୟ ବିକାଶ ଯୋଜନାର



ଟିପ୍ପଣୀ

ପ୍ରାଥମିକ ଚିଠା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଥିଲେ । ତାହା ହେଉଛି :

1 ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିବା ଓ ଉପଜାତ ଦ୍ରବ୍ୟ ରୂପରେ ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍ ତିଆରି କରିବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ପ୍ରାକୃତିକ ୟୁରାନିୟମ୍ ଜାଳେଣି ଦ୍ୱାରା ଚାଳିତ ପି.ଏଚ୍.ଡବ୍ଲ୍ୟୁ.ଆର୍. ରିଆକ୍ଟର ବ୍ୟବହାର କରିବା ।

1 ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍‌କୁ ଜାଳେଣି ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରି ଥୋରିୟମ୍‌ରୁ U-233 ସୃଷ୍ଟି କରିବା ସକାଶେ ଫାଷ୍ଟ ବ୍ରିଡର୍ ରିଆକ୍ଟର ନିର୍ମାଣ କରିବା ।

1 ଦ୍ୱିତୀୟ ସୋପାନ ବିକଶିତ କରିବା ଓ ବଳକା ବିଖଣ୍ଡନୀୟ ପଦାର୍ଥ ଉତ୍ପାଦନ କରିବା ।

ଭାରତରେ 14ଟି କ୍ଷୁଦ୍ର ଓ ଗୋଟିଏ ମଧ୍ୟମ ଆକାରର ନିଉକ୍ଲୀୟ ରିଆକ୍ଟରରୁ ବ୍ୟବସାୟିକ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦିତ ହେଉଛି । ଆଠଟି ରିଆକ୍ଟର ନିର୍ମାଣାଧୀନ ରହିଛି ଓ ଆହୁରି ଅଧିକ ପାଇଁ ଯୋଜନା ଚାଲିଛି । ସମ୍ପ୍ରତି ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତି ସହାୟତାରେ 2×10^{10} kWh ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ମିଳୁଛି । ଏହା ଦେଶର ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତି କ୍ଷମତାର 3 % ଅଟେ । ସରକାରୀ ସ୍ତରରେ 2020 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଏହି କ୍ଷମତାକୁ 20 GWh କରିବାକୁ ନୀତି ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରାଯାଇଛି । ଆସନ୍ତା 2050 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଦେଶର ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତି କ୍ଷମତାର 25 % ନିଉକ୍ଲୀୟ ଶକ୍ତି ହେବାର ଆଶା କରାଯାଉଛି ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନ 27.4

1. ଭାରତରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ସକାଶେ କେଉଁ ରିଆକ୍ଟରମାନ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି ?

2. ଗୋଟିଏ 20,000 ଟନ୍ ଟି.ଏନ୍.ଟି. ସମତୁଲ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ପରମାଣୁ ବୋମାରେ କେତେ ପରିମାଣର $^{235}_{92}U$ ନିଉକ୍ଲିୟସର ବିଭାଜନ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ?

   (ଦିଆଯାଇଛି : 1 ଗ୍ରାମ୍ ଟି.ଏନ୍.ଟି.ରୁ 1000 କ୍ୟାଲୋରି ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।)

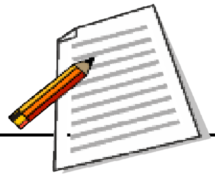
27.4.2 ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିକିରଣର ବିପଦ ଓ ନିରାପତ୍ତା ବ୍ୟବସ୍ଥା

ଆମକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ସଜୀବ ଓ ନିର୍ଜୀବ ବସ୍ତୁକୁ ନେଇ ଆମର ପରିବେଶ ଗଠିତ । ଏହି ପରିବେଶରେ ଲକ୍ଷ ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ଧରି ଗଛଲତା, ପଶୁପକ୍ଷୀ, ଜଳଜୀବ ଓ ମାନବ ଜୀବନ ମଧ୍ୟରେ ଅତି ସୂକ୍ଷ୍ମ ସନ୍ତୁଳନ ରହିଆସିଛି । ଏହି ସନ୍ତୁଳନ ଅବସ୍ଥାରେ ସଂପ୍ରତି ବ୍ୟତିକ୍ରମ ଦେଖାଦେଇଛି । ସନ୍ତୁଳନକୁ ଭଙ୍ଗ କରୁଥିବା ଏକାଧିକ କାରକ ମଧ୍ୟରୁ ପରିବେଶରେ କ୍ରମବର୍ଦ୍ଧିଷ୍ଣୁ ପ୍ରଦୂଷଣ ଅନ୍ୟତମ । ଆମ ପରିବେଶରେ ରହିଥିବା ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପ୍ରଦୂଷକ ମଧ୍ୟରୁ ‘ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିକିରଣ’ର ଦୀର୍ଘ ବର୍ଷ ଧରି ଜୀବସମାଜ ଉପରେ ମାରାତ୍ମକ କୁପ୍ରଭାବ ପକାଇବାର କ୍ଷମତା ରହିଛି । ଆଗରୁ ପ୍ରାକୃତିକ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଖଣିଜ ଓ ମହାଜାଗତିକ ରଶ୍ମି ସକାଶେ ଏହି ବିକିରଣ ଅନୁଭୂତ ହେଉଥିଲା । କିନ୍ତୁ ଏବେ ମଣିଷକୃତ ବିଭିନ୍ନ ଉତ୍ସରୁ ଏତାଦୃଶ ବିକିରଣର ମାତ୍ରା ଦିନକୁ ଦିନ ବୃଦ୍ଧି ପାଉଛି । ଆଜି ଯେଉଁ ସବୁ ମଣିଷକୃତ ଉତ୍ସ ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିକିରଣ ପାଇଁ ମୁଖ୍ୟତଃ ଦାୟୀ, ସେଗୁଡିକ ହେଲା ନିଉକ୍ଲୀୟ ପରୀକ୍ଷଣ, ନିଉକ୍ଲୀୟ ଗବେଷଣା ସଂପର୍କିତ ନିର୍ମାଣକାର୍ଯ୍ୟ, ନିଉକ୍ଲୀୟ ରିଆକ୍ଟର ଓ ରୋଗର ଚିକିତ୍ସା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଆଇସୋଟପ୍ ।

ଆୟନୀକରଣ ମାଧ୍ୟମରେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିକିରଣ ଜୀବନ୍ତ ଶରୀରରେ ତନ୍ତୁ (ଟିସୁ)ର ଜଟିଳ ଅଣୁଗୁଡିକୁ ବିଯୋଜିତ କରେ ଓ କୋଷଗୁଡ଼ିକୁ ନଷ୍ଟ କରେ । ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିକିରଣ କର୍କଟ ରୋଗାକ୍ରାନ୍ତ କୋଷବୃଦ୍ଧି କରେ, ବନ୍ଧ୍ୟାତ୍ୱ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଗୁରୁତର ଚର୍ମଜ୍ୱାଳା ଓ ରୋଗ ପ୍ରତିରୋଧକ ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ କରେ । ସେଗୁଡିକ ଦ୍ୱାରା ଗର୍ଭସ୍ଥ ଶିଶୁଠାରେ ଆନୁବଂଶିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ବାଧାପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ଏହାର କୁପ୍ରଭାବ ପାଂଚଟି ପିଢି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଦେଖାଦିଏ ।

କେବଳ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷରେ ନୁହେଁ, ଆମେ ପରୋକ୍ଷରେ ମଧ୍ୟ ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିକିରଣ କୁପ୍ରଭାବର ଶିକାର ହେଉ । ସେଗୁଡିକ ଆମର ଗଛଲତା, ପଶୁପକ୍ଷୀ ଓ ଜଳଜଜୀବମାନଙ୍କୁ ପ୍ରଭାବିତ କରେ । ସେହି କୁପ୍ରଭାବ ଫଳରେ ଉଦ୍ଭିଦସମୂହ, ଅନେକ ପ୍ରଜାତିର ମାଛ ଓ ଜୀବଜନ୍ତୁ ମୃତ୍ୟୁମୁଖରେ ପଡନ୍ତି ।

ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିକିରଣ ଦ୍ୱାରା କ୍ଷୟକ୍ଷତିର ପରିମାଣ ବିଭିନ୍ନ ବିଷୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହା ଶରୀରର ବିକିରଣ ପଡୁଥିବା ଅଂଶ, ବିକିରଣର ଶକ୍ତି, ବିକିରଣର ତୀବ୍ରତା ଓ ପ୍ରକାର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ମାନବ ଶରୀରର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅଙ୍ଗ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଭାବରେ ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ । ସାଧାରଣତଃ ନିଜର ଉଚ୍ଚ ଆୟନୀକରଣ କ୍ଷମତା ସକାଶେ ଆଲଫା-କଣିକା ଅତି ମାରାତ୍ମକ । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବିକିରଣର ମାରାତ୍ମକ ପ୍ରଭାବକୁ RBE ସଂଜ୍ଞାରେ ତୁଳନା କରାଯାଏ । RBE ଅର୍ଥ ଆପେକ୍ଷିକ ଜୈବିକ କାରକ । ବିଭିନ୍ନ କଣିକା ଓ ରଶ୍ମି ପାଇଁ ଏହି କାରକଗୁଡିକ ସାରଣୀ-27.3 ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ସାରଣୀ 27.3:ବିଭିନ୍ନ ବିକିରଣର RBE କାରକ

କଣିକା/ରଶ୍ମି	RBE କାରକ
ଏକ୍ସ୍-ରେ, ଗାମା ରଶ୍ମି, ବିଟା-କଣିକା	1
ତାପୀୟ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍	2 ରୁ 5
କ୍ଷିପ୍ର ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍	10
ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା	10 ରୁ 20
ଅମ୍ଳଜାନ ଓ ଯବକ୍ଷାରଜାନର ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତି ଆୟନ୍	10 ରୁ 20

ପ୍ରାକୃତିକ ଉତ୍ସଗୁଡିକରୁ ଆସୁଥିବା ବିକିରଣକୁ ଆମେ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରିପାରିବା ନାହିଁ । ତେବେ ମଣିଷକୃତ ଉତ୍ସଗୁଡିକରୁ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ବିକିରଣକୁ ଆମେ ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ହ୍ରାସ କରିବା ଦିଗରେ ପ୍ରୟାସ କରିବା । କେତେକ ପ୍ରୟାସ ବିଷୟରେ ତଳେ ଦିଆଯାଇଛି :

- ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିସ୍ଫୋରଣ କରିବା ନାହିଁ ।
- ତେଜସ୍କ୍ରିୟ-ଆଇସୋଟପ୍ ଉତ୍ପାଦନକୁ ଯଥାସମ୍ଭବ ହ୍ରାସ କରିବା ।
- ଅତି ସତର୍କତାର ସହିତ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ-ନିଉକ୍ଲିୟସ୍ ରହୁଥିବା ଆବର୍ଜନା ନିଷ୍କାସନ କରିବା ।
- ଅତି ଜରୁରି ଥିଲେ ସଠିକ୍ ପରିମାଣର ନିଉକ୍ଲୀୟ ଔଷଧ ଦେବା ଓ ବିକିରଣ ଚିକିତ୍ସା ଗ୍ରହଣ କରିବା ।

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

- ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ବାହ୍ୟ କକ୍ଷର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡିକ ଅଂଶଗ୍ରହଣ କରନ୍ତି ।

  ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସହିତ 1 eV କ୍ରମର ଶକ୍ତି ଜଡିତ ।
- ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପରମାଣୁର ନିଉକ୍ଲିୟସ୍‌ଗୁଡିକ ପରସ୍ପର ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ନୂଆ ମୌଳିକ ସୃଷ୍ଟିକରନ୍ତି ।
- ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସହିତ MeV କ୍ରମର ଶକ୍ତି ଜଡିତ ।
- ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟା, ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଚାର୍ଜ ସଂରକ୍ଷିତ ରହେ ।
- ଯେତେବେଳେ ୟୁରାନିୟମ୍ ପରି ଓଜନିଆ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍ ଧୀର ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସହିତ ସଂଘାତ କରେ, ଏହା ଦୁଇଖଣ୍ଡ ହୁଏ । ଏଥିରୁ 2-3ଟି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଓ 200 MeV ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ କୁହାଯାଏ ।
- ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ କରିପାରୁଥିବା ପଦାର୍ଥକୁ ବିଖଣ୍ଡନୀୟ ପଦାର୍ଥ କୁହାଯାଏ ।

  ^{233}Th , ^{233}U , ^{235}U ଓ ^{239}Pu ପଦାର୍ଥଗୁଡିକ ବିଖଣ୍ଡନୀୟ ପଦାର୍ଥ ।
- ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରାଥମିକ ବିଭାଜନ ପାଇଁ ନିର୍ଗତ ଏକରୁ ଅଧିକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ପୁଣି ବିଭାଜନ ଘଟାଇଲେ ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହୁଏ ।

- ନିଉକ୍ଲୀୟ ରିଆକ୍ଟର ହେଉଛି ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଶୃଙ୍ଖଳ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଜାରି ରଖିଥିବା ଏକ ସାଧନ ।
- ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନରେ ଦୁଇଟି ହାଲୁକା ନିଉକ୍ଲିଅସ୍ ଯୋଡି ହୋଇ ଗୋଟିଏ ବଡ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍ ସୃଷ୍ଟିକରନ୍ତି ।
- ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ ସକାଶେ ପ୍ରତିକାରକ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍‌ଗୁଡିକୁ ପ୍ରାୟ 20 ନିୟୁତ କେଲଭିନ୍ ତାପମାତ୍ରା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉତପ୍ତ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ, ଫଳରେ ସେମାନେ କୁଲମ୍ବୀୟ ବିଭବ ପ୍ରତିବନ୍ଧକକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବା ପାଇଁ ଗତିଜଶକ୍ତି ଲାଭ କରିବେ ।
- ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ନକ୍ଷତ୍ର ଭିତରେ ଶକ୍ତି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।
- କୃଷି, ଚିକିତ୍ସା ଓ ଶିଳ୍ପ କ୍ଷେତ୍ରରେ ରେଡିଓ-ଆଇସୋଟପ୍‌ର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରୟୋଗ ରହିଛି ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଠାରୁ ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କିପରି ଭିନ୍ନ ?
2. ବିଭାଜନ ରିଆକ୍ଟରରେ ବିମନ୍ଦକ (ମଡେରେଟର) ଓ ଅବଶୋଷକ (ଆବ୍‌ଜର୍ବର) କେଉଁ କାମରେ ଲାଗେ ?
3. ନିଉକ୍ଲିଅନ୍ ପ୍ରତି ବନ୍ଧନଶକ୍ତି ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ବକ୍ରଲେଖ ସହାୟତାରେ ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ ବିଷୟରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।
4. ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କଅଣ ? ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ମାନୁଥିବା ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମଗୁଡିକ ଲେଖ ।

   ତିନୋଟି ନିଉକ୍ଲୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଉଦାହରଣ ଦିଅ ।
5. ନିଉକ୍ଲୀୟ ବିଭାଜନ କଅଣ ? ଏହାକୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଉଦାହରଣ ଦିଅ ।
6. 30 ଦିନ ଧରି 100 ମେଗାୱାଟ୍ କ୍ଷମତା ଉତ୍ପନ୍ନ ପାଇଁ କେତେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ୟୁରାନିୟମ୍-235 ଆବଶ୍ୟକ ?
7. ଭାରୀ ଉଦ୍‌ଜାନର ଏକ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦିଆଯାଇଛି ।

   $^{2}_{1}D + ^{2}_{1}D \rightarrow ^{4}_{2}He + 24\ MeV$

   ସେତିକି ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ପାଇଁ କେତେ ଭାରୀ ଉଦ୍‌ଜାନ ଆବଶ୍ୟକ ହିସାବ କର । ଦୁଇଟି ଫଳାଫଳକୁ ତୁଳନା କର ।
8. ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ କଅଣ ? ଏହାକୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ନିଉକ୍ଲୀୟ ସଂଯୋଜନ ସମୀକରଣ ଲେଖ ।
9. ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ କିଏ ? ଏହା କିପରି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ? ଗୋଟିଏ ଉଦାହରଣ ଦେଇ ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।
10. ଗୋଟିଏ ଆଣବିକ ରିଆକ୍ଟରର ଗଠନ ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।
11. ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସଂଯୋଜନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ନିର୍ଗତ ଶକ୍ତି ହିସାବ କର ।

    $3\,(^{4}_{2}He) \rightarrow ^{12}_{6}C$

    ଦିଆଯାଇଛି : ଆଲ୍‌ଫା କଣିକାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 4.00263 u ।

ꣻ ✳ ꣻ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

27.1

1. (a) $^{19}_{9}F + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{16}_{8}O + ^{4}_{2}He$

   (b) $^{27}_{13}Al + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{24}_{11}Na + ^{4}_{2}He$

   (c) $^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{90}Pa + ^{0}_{-1}e$

   (d) $^{63}_{29}Cu + ^{2}_{1}D \rightarrow ^{64}_{30}Zn + ^{1}_{0}n$

2. 17.9 MeV

3. $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H + 6.5$ MeV

27.2

1. ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍-ପ୍ରୋଟନ୍ ଅନୁପାତ ପ୍ରାକୃତିକ ଅନୁପାତଠାରୁ ବଢିଗଲେ ନିଉକ୍ଲିଅସ୍‌ର ସ୍ଥିରତା କମିଯାଏ ।

   ତେଣୁ ତାହା ବିଟା-କଣିକା ବିକିରଣ ପୂର୍ବକ ନିଜର ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍-ପ୍ରୋଟନ୍ ଅନୁପାତ କମ୍ କରି ସ୍ଥାୟିତ୍ୱ ବୃଦ୍ଧି କରେ ।

2. ^{239}Pu

3. 200 MeV

27.3

1. ନିଉକ୍ଲିୟସର ବିଭାଜନରୁ ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକକ ପିଛା 0.84 MeV ଓ ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ସଂଯୋଜନରୁ 6.7 MeV ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ତେଣୁ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରୁ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।

2. (a) 17.3 MeV

   (b) 2.69 MeV

27.4

1. ଉପଯୁକ୍ତ ଭାରରଜଳ ରିଆକ୍ଟର

2. ପ୍ରାୟ 1 କେଜି

ପାଠ୍ୟାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ଉତ୍ତର :

6. 30.6 କି.ଗ୍ରା.

7. 146.6 ଗ୍ରାମ୍

11. 7.35 ଏମ୍‌ଇଭି

ଟିପ୍ପଣୀ

ଉଚ୍ଚତର ମାଧ୍ୟମିକ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ

ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନ

ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କ ନିମନ୍ତେ ଆସାଇନ୍‌ମେଣ୍ଟ୍ - 7

ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମାର୍କ 50 | ସମୟ $1\frac{1}{2}$ ଘଣ୍ଟା

ନିର୍ଦ୍ଦେଶାବଳୀ :

- ସମସ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଏକ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ପୃଷ୍ଠାରେ ଦିଅ ।
- ତୁମ ଉତ୍ତର କାଗଜରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ତଥ୍ୟମାନ ଦିଅ ।
  - ନାମ
  - ନାମ ଲେଖା କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା
  - ବିଷୟ
  - ଆସାଇନ୍‌ମେଣ୍ଟ କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା
  - ଠିକଣା
- ତୁମ ପଠନ କେନ୍ଦ୍ରରେ ତୁମର ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଶିକ୍ଷକଙ୍କ ସାହାଯ୍ୟରେ ଉତ୍ତର ପରୀକ୍ଷା କରାଅ ଯେପରିକି ତୁମର କୃତିତ୍ୱ ସମ୍ପର୍କରେ ଉପଯୁକ୍ତ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ପାଇବ ।

ତୁମ ପ୍ରଶ୍ନୋତ୍ତର NIOS କୁ ପଠାଇବ ନାହିଁ ।

1. ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ପରମାଣୁର ପ୍ରଥମ ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ କକ୍ଷର ଅନୁପାତ କେତେ ? (1
2. 1 eV କୁ ଜୁଲ୍‌ରେ ବ୍ୟକ୍ତ କର । (1
3. 1 u କୁ କିଲୋଗ୍ରାମ୍‌ରେ ବ୍ୟକ୍ତ କର । (1
4. ଦ୍ରବ୍ୟର ତରଙ୍ଗ ପ୍ରକୃତି ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣରେ ଦୃଷ୍ଟ ହୁଏ ନାହିଁ କାହିଁକି ? (1
5. ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ଦ୍ରବ୍ୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କମ୍ ହେଲେ ତାହାର ହାରାହାରି ଆୟୁ ଉପରେ କି ପ୍ରଭାବ ପଡ଼େ ? (1
6. ନାଭିକୀୟ ବିଖଣ୍ଡନ ଅଭିକ୍ରିୟାରେ ମନ୍ଦକର ଭୂମିକା କ'ଣ ? (1
7. ଆପାତିତ ବିକିରଣର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବଢ଼ାଇଲେ ଫଟୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଗତିରେ କ'ଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ? (1
8. ଆଇସୋଟୋପ୍ ଓ ଆଇସୋବାର ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ କ'ଣ ? (1
9. 200V ର ବିଭବାନ୍ତରରେ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ କୌଣସି ଇଲୋକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଡିବ୍ରୋଏ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । (2
10. ଉଦାହରଣ ଦେଇ ରାସାୟନିକ ଓ ନାଭିକୀୟ ଅଭିକ୍ରିୟାଗୁଡ଼ିକର ମଧ୍ୟରେ ଅନ୍ତର ଦର୍ଶାଅ । (2
11. ବୋର୍‌ଙ୍କ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ପରମାଣୁ ବିଷୟରେ ସିଦ୍ଧାନ୍ତର ସ୍ୱୀକାରମାନ ଲେଖ । (2
12. ଦର୍ଶାଅ ଯେ, କୌଣସି ନାଭିକର ଘନତ୍ୱ ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।(2
13. କୌଣସି ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପଦାର୍ଥର ଅର୍ଦ୍ଧାୟୁଷ ଏବଂ ମାଧ ଆୟୁଷରେ ଅନ୍ତର କ'ଣ ? ଯେଉଁ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ 16 ଦିନରେ ନିଜ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଦ୍ରବ୍ୟମାନର $\frac{1}{8}$ ରହିବ, ତାର ଅର୍ଦ୍ଧାୟୁଷ ବେଳ ନିରୁପଣ କର । (4

14. "କୌଣସି ମୌଳିକ ପରମାଣୁର ଚାର୍ଜ (e) ଅଥବା ବସ୍ତୁତ୍ୱ (m) ତୁଳନାରେ ଏହାର ବିଶିଷ୍ଟ ଚାର୍ଜ' $\left(\frac{e}{m}\right)$ ଅଧିକ ମହତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୌତିକ ରାଶି ଅଟେ ।" ଏହି ଉକ୍ତିର ସମର୍ଥନରେ ଉଦାହରଣ ଦିଅ । (4)

ଟିପ୍ପଣୀ

15. ନିମ୍ନଲିଖିତ ନାଭିକୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସମୀକରଣ ଲେଖ :

(a) $^{286}_{88}\mathrm{Ra}$ ର α କ୍ଷୟ

(b) $^{30}_{15}\mathrm{P}$ ର β^- କ୍ଷୟ

(c) $^{11}_{6}\mathrm{C}$ ର β^+ କ୍ଷୟ

(d) $^{60}_{27}C^x_0$ କ୍ଷୟ (4)

16. $^{11}_{7}\mathrm{N}$ ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟନ୍ ପ୍ରତିବନ୍ଧନ-ଶକ୍ତିର ହିସାବ କର ।

ଦତ୍ତ : $m_P = 1.00783\mathrm{u.}, m_n = 1.00\,867\mathrm{u}$

ଏବଂ $m_N = 14.00307\mathrm{u.}$ (4)

17. ପାରମାଣିବିକ କ୍ରମ π ଥିବା ଏକ ପରମାଣୁଦ୍ୱାରା α-ବିଚ୍ଛୁରଣ ପାଇଁ ସଂଘାତ ପ୍ରାଚଳ b ଓ ବିଚ୍ଛୁରଣ କୋଣ θ ମଧ୍ୟରେ ସଂପର୍କ ହେଉଛି;

$$b = \frac{\pi e^2 \cot\theta/2}{4\pi\varepsilon o(mv^2/2)}.$$

(a) ବିଚ୍ଛୁରଣ କୋଣର କେଉଁ ମାନ ପାଇଁ $b = 0$?

(b) ଏହି ବ୍ୟଞ୍ଜକରେ କାହିଁକି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଚାରକୁ ଆସେ ନାହିଁ ଅଥଚ ଚାର୍ଜ ଆସେ ?

(c) b ର କୌଣସି ଦତ୍ତ ମାନ ପାଇଁ ଶକ୍ତି ବଢ଼ାଇଲେ ବିଚଳନ କୋଣର ମାନ ବଢ଼େ କିମ୍ବା କମେ ?

(d) α– କଣିକାର ଦତ୍ତ ଶକ୍ତି ପାଇଁ, ସଂଘାତ ପ୍ରାଚଳ କମାଇଲେ ବିଚ୍ଛୁରଣ କୋଣ ବଢ଼େ ବା କମେ ? (4)

18. ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ପରମାଣୁରେ ଇଲୋକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ନିମ୍ନତମ ଅବସ୍ଥାରେ ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତି ପ୍ରାୟ $-13.6\ eV$ ହୁଏ । ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର: (4)

(a) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ପ୍ରଥମ ଉତ୍ତେଜିତ ଅବସ୍ଥାରେ ଏହାର ଗତିଜ ଶକ୍ତି କେତେ ହେବ ?

(b) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ପ୍ରଥମ ଉତ୍ତେଜିତ ଅବସ୍ଥାରେ ଏହାର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କେତେ ହେବ ?

(c) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ପ୍ରଥମ ଉତ୍ତେଜିତ ଅବସ୍ଥାରେ ଏହାର ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତି କେତେ ହେବ ?

(d) ଶୂନ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ସ୍ତରର ଭିନ୍ନ ଚୟନ କରିଲେ ଉପରୋକ୍ତ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟିର ଉତ୍ତର ବଦଳିବ ?(4)

19. ଆଲୋକୀୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବର ଏକ ଅଧ୍ୟୟନରେ ବିଭିନ୍ନ ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟର ରୋଧକ ବିଭବଗୁଡ଼ିକର ମାନ ନିମ୍ନପ୍ରକାରେ ମିଳିଲା :

λ (A°)	3650	4358	5461	6907	8400
Vs (V)	1.28	0.95	0.74	0.16	0

(a) ପ୍ଲାଙ୍କଧ୍ରୁବାଙ୍କ h ର ମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

(b) ପଦାର୍ଥର କାର୍ଯ୍ୟଫଳନ ଏବଂ ପ୍ରଭାବୀ ସୀମା ଆବୃତ୍ତିର ମାନ ହିସାବ କର । (5)

20. V ବିଭବୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଡିବ୍ରୋଏ ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ ପାଇଁ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ଲେଖ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମ୍‌ର କୌଣସି ଅଂଶରେ ବିକିରଣର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 100 eV ଶକ୍ତି ପାଇଁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଡିବ୍ରୋଏ ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ ତୁଳନୀୟ ହେବ ? (5)