ଟିପ୍ପଣୀ

33

ଯୋଗାଯୋଗ ମାଧ୍ୟମ

(COMMUNICATION MEDIA)

ପୂର୍ବପାଠରେ, ତୁମେ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥା, କୌଶଳ ଓ ଉପକରଣ ବିଷୟରେ ପଢ଼ିଛ । ଏହି ପାଠରେ, ତୁମେ ଯୋଗାଯୋଗ ମାଧ୍ୟମ ବିଷୟରେ ଜାଣିବ । ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଯୋଗାଯୋଗ ବାହିକାଗୁଡ଼ିକ, ତାର ଲାଇନ୍ (wire line) (ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ମାଧ୍ୟମ ବ୍ୟବହାର କରି) ଅଥବା ବେତାର . (ଅନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ମାଧ୍ୟମ ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା) ହୋଇଥାଏ ।

ଓୟାର ଲାଇନ ଚ୍ୟାନେଲଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରକୃତରେ ଟ୍ରାନସମିଟରକୁ ଅଭିଗ୍ରାହୀ ସହିତ ତାର ଦେଇ ସଂଯୁକ୍ତ କରିଥାଏ । ଏହି ତାର ଟ୍ରାନ୍ସମିସନ ଲାଇନର ଗୋଟିଏ ମୋଡ଼ା ଯାଇଥିବା ଯୋଡ଼, ଗୋଟିଏ ଏକ ଅକ୍ଷ ଥିବା କେବଲ (coaxial cable) ବା ଗୋଟିଏ ଅପଟିକାଲ ଫାଇବର (Optical Fibre) ହୋଇପାରେ । ତେଣୁ ଓୟାର ଲାଇନ ଚ୍ୟାନେଲ ସବୁ ଅଧିକ ଘରୋଇ ଓ ବେତାର ଚ୍ୟାନେଲ ଅପେକ୍ଷା କମ୍ ବ୍ୟତୀକରଣ ପ୍ରବଣ । ସରଳ ଓୟାର ଲାଇନ ଚ୍ୟାନେଲ ଗୋଟିଏ ଟ୍ରାନ୍ସମିଟରକୁ ଗୋଟିଏ ଅଭିଗ୍ରାହୀ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ କରେ । ଅର୍ଥାତ ଏହା ବିନ୍ଦୁରୁ ବିନ୍ଦୁ ସଂଯୋଗ । ଏହା ଟେଲିଫୋନ ନେଟୱ୍ୱାର୍କରେ ସବୁଠୁ ବେଶି ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ । ଏଠି, କେବଲ ଆକାରରେ ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ମାଧ୍ୟମ (guided medium) ଟେଲିଫୋନ ଏକ୍ସଚେଞ୍ଜରୁ ଆମ ଟେଲିଫୋନ ସେଟ୍‌କୁ ସଂକେତ ବହନ କରେ । କିଛି ଓୟାର ଲାଇନ ଚ୍ୟାନେଲ ପ୍ରସାରଣ ମୋଡ଼ରେ ମଧ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ, ଅର୍ଥାତ ଏକ ବା ଏକାଧିକ ଟ୍ରାନ୍ସମିଟର ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ଅଭିଗ୍ରାହୀ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ହୁଏ । ଉଦାହରଣ ହେଲା କେବଲ ଟେଲିଭିଜନ ନେଟ୍‌ୱ୍ୱାର୍କ ।

ବେତାର ଚ୍ୟାନେଲଗୁଡ଼ିକ ଅନେକ ବେଶି ସର୍ବସାଧାରଣଙ୍କ ପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ । ଏଠି ଏକ ଟ୍ରାନସମିଟର ଏଣ୍ଟିନା ସଂକେତକୁ ବିକିରିତ କରେ ଓ ଯେକୌଣସି ସମସ୍ୱରିତ ଏଣ୍ଟିନା ଏହାକୁ ଧରି ପାରେ । ରେଡ଼ିଓ ସଞ୍ଚାରଣରେ, ଟ୍ରାନ୍ସମିଟରରୁ ଅଭିଗ୍ରାହୀକୁ ବେତାର ବା ଅନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ (unguided) ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରସାରଣ ବିଦ୍ୟୁତ-ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହି ପାଠରେ ତୁମେ ପଢ଼ିବ ଯେ - ତରଙ୍ଗ ସବୁ ଭୂମି ବା ପୃଷ୍ଠତଳ ତରଙ୍ଗ (ground or surface) , ଆକାଶ ତରଙ୍ଗ (sky waves) ଅଥବା ମହାକାଶ ତରଙ୍ଗ (Space wave) ରୂପରେ ସୁଉଚ୍ଚ ଟାୱ୍ୱାର ବ୍ୟବହାର କରି ସିଧା ଗନ୍ତବ୍ୟ ସ୍ଥଳକୁ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ । କିମ୍ୱା କୃତ୍ରିମ ଉପଗ୍ରହକୁ ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛ ପଠାଇ ସେଠୁ ପୁଣି ପ୍ରସାରଣ କରାଯାଏ । ବେତାର ସଞ୍ଚରଣ ଅଧିକ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ, ଏହାର ସୁବିଧା ହେଉଛି ଯେ ଅଭିଗ୍ରାହୀ ଯେକୌଣସି ଉତ୍ସରୁ ପ୍ରେରିତ ତଥ୍ୟକୁ ଗ୍ରହଣ କରିପାରେ । ଫଳସ୍ୱରୂପ ଅଭିଗ୍ରାହୀର ସମସ୍ୱରିତ୍ର (tuner) ଦ୍ୱାରା ବାଞ୍ଛିତ ସଂକେତକୁ ବାଛି ହେବ ଓ ଅବାଞ୍ଛିତ ସଂକେତକୁ ଛାଡ଼ି ହେବ । ଏହାର କେବଳ ଗୋଟିଏ ଅସୁବିଧା ହେଉଛି - ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟତିକରଣ ଓ ଅଧିକ ରବ (noise) ହୋଇଥାଏ ।

ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ସଂକେତ ପ୍ରେରଣ ପାଇଁ ଆମେ ମାଇକ୍ରୋୱେଭ ଆବୃତ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ । ପାଠ 30A ରୁ, ତୁମର ବନେଥିବ ଯେ ଏହା 1 ଗିଗାହାର୍ଜରୁ 300 ଗିଗାହର୍ଜ ହୋଇପାରେ । ଏହି ଆବୃତ୍ତି ପରିସରକୁ ପୁଣି ବିଭିନ୍ନ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ବା ପଟିରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ । ଭାରତୀୟ ଉପଗ୍ରହ ଇନ୍‌ସାଟ (INSAT) - 4C, C- ବ୍ୟାଣ୍ଡ (4 - 8 ଗି.ହ)ରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ, ଆଉ ଏଡୁସାଟ୍ (EDUSAT) Ku ବ୍ୟାଣ୍ଡ (12-18 ଗି.ହା)ରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ପାଠର ଅଧ୍ୟୟନ ପରେ ତୁମେ:

- *ଟ୍ରାନ୍ସମିସନ ଲାଇନ କିପରି ମାଇକ୍ରୋଓ୍ୱେଭ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରସାରଣ ପାଇଁ ମାଧ୍ୟମ ରୂପେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ତାହା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ ।*
- *ଆଲୋକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ -ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରସାରଣ ପାଇଁ ଅପଟିକାଲ ଫାଇବର କିପରି ଏକ ସମର୍ଥ ମାଧ୍ୟମ ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ତାହା ବର୍ଣ୍ଣନା କରିପାରିବ ।*
- *ରେଡ଼ିଓ ଆବୃତ୍ତି ପାଇଁ ବେତାର ଭୂମି (ବା ପୃଷ୍ଠତଳ) ତରଙ୍ଗ ଯୋଗାଯୋଗ, ଆକାଶତରଙ୍ଗ (ବା ଆୟନ ମଣ୍ଡଳୀୟ) ଯୋଗାଯୋଗ ଓ ମହାକାଶ ତରଙ୍ଗ (ବା କ୍ଷୋଭମଣ୍ଡଳୀୟ) ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ ।*
- *ଯୋଗାଯୋଗ ଉପଗ୍ରହର ଭୂମିକା ଓ*
- *ସେଲୁଲାର ଫୋନ, କମ୍ପ୍ୟୁଟର ନେଟଓ୍ୱାର୍କିଂ ଓ ଇଣ୍ଟରନେଟର ପ୍ରମୁଖ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ସବୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରି ପାରିବ ।*

33.1 ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ସଂଚରଣ ପାଇଁ ମାଧ୍ୟମ (Media for Guided Transmission)

33.1.1 ସଂଚରଣ ଲାଇନ ସମୂହ (Transmission Lines)

ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ସଂକେତ ସଂଚରଣ ପାଇଁ, ସଂଚରଣ ଲାଇନ - ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବ୍ୟାତ୍ମକ (material) ମାଧ୍ୟମ, ଗୋଟିଏ ପଥ ନିର୍ମାଣ କରେ । ବସ୍ତୁତଃ ଗୋଟିଏ ସଂଚରଣ ଲାଇନର ଗଠନ, ତା ଭିତର ଦେଇ ଯାଉଥିବା ସଂକେତର ଆବୃତ୍ତି ପରିସର ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ କରେ । ଚିତ୍ର 32.1 ରେ କିଛି ସଂଚରଣ ଲାଇନ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ସଂଚରଣ ଲାଇନର ସରଳତମ ରୂପ ହେଲା ବାୟୁ ଦ୍ୱାରା ବା ଡାଇ-ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ୍ ମାଧ୍ୟମ ଦ୍ୱାରା ପୃଥକ ହୋଇଥିବା ସମାନ୍ତର ପରିବାହକର ଏକ ଯୋଡ଼ା । ଏହା ଟେଲିଫୋନ୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଯଦି ପରିବାହକ ଦ୍ୱୟର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ଦୂରତା, କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ଆବୃତ୍ତିର ପ୍ରାୟ ଅଧା ହୁଏ, ତେବେ ଏପରି ଲାଇନ ବିକିରଣ କରିବା ଆରମ୍ଭ କରେ । ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିରେ ଏହା ରବ-ପ୍ରବଣ ହୁଏ ଓ ଏହାର ଉପଯୋଗିତା ସୀମିତ ହୋଇଯାଏ । ଏହି ସମସ୍ୟାକୁ ଏଡ଼ାଇବା ପାଇଁ ଆମେ ମୋଡ଼ା ଯାଇଥିବା ତାର ଯୋଡ଼ା ବ୍ୟବହାର କରୁ । ଏହା କମ୍ପ୍ୟୁଟର ନେଟଓ୍ୱାର୍କିଂରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

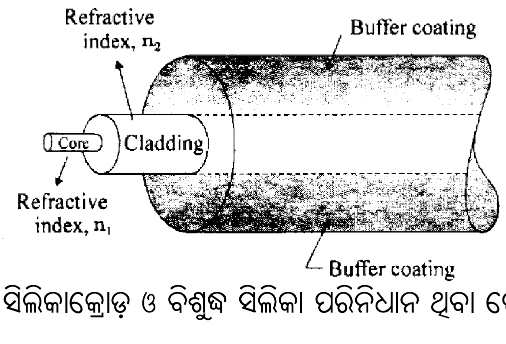
ଉଚ୍ଚ ସଂକେତ ଆବୃତ୍ତିରେ (£3 GHz) ଆମେ ବିକିରଣ ଜନିତ କ୍ଷତିକୁ କମାଇବା ପାଇଁ ଏକ-ଅକ୍ଷୀୟ କେବଲ୍ ବ୍ୟବହାର କରୁ । ଏଥିରେ ଗୋଟିଏ ପରିବାହକ ଫମ୍ପା ହୋଇଥାଏ । ଅନ୍ୟ ପରିବାହକଟି ଏହାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଇଥାଏ । ଡାଇ-ଇଲେକଟ୍ରିକ ସ୍ତର ପଲିଥିଲିନ ଏହାର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନରେ ରଖି ଏ ଦୁଇଟିକୁ ପୃଥକ କରାଯାଏ । ପରିବାହକ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ବଳୟାକାର ସ୍ଥାନରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍-କ୍ଷେତ୍ର ସୀମିତ ରହେ । ଏହି କେବଲ, କେବଲ ଟିଭି ସଂକେତକୁ ବହନ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବାର କଥା ଯେ ଆଦର୍ଶ ଡାଇଇଲେକଟ୍ରିକ ର ପ୍ରତିରୋଧ ଅସୀମ ହେବା ଉଚିତ । କିନ୍ତୁ ବାସ୍ତବରେ, ଏଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିରୋଧ ସୀମିତ (limited) ଓ ଆବୃତ୍ତି ସହିତ ହ୍ରାସ ପାଏ । ତେଣୁ ଏକ ଅକ୍ଷୀୟ-କେବଲ ମଧ୍ୟ ସୀମିତ (limited) ଅଞ୍ଚଳରେ (ବିଶେଷ ଡାଇ-ଇଲେକଟ୍ରିକ ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହାର କରାଗଲେ, 40GHz ଯାଏଁ) ଉପଯୋଗୀ ।

40 ଗିଗାହର୍ଜ ପରେ ଆମେ ଓ୍ୱେଭଗାଇଡ଼ (wave guides) ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ । ଯଦିଓ, 300 GHz ରୁ ଅଧିକ ଆବୃତ୍ତି ପାଇଁ ଏହାର ଆକାର ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର (4 ମି.ମି. ବା ସେହିପରି) ହୋଇଥାଏ ଓ ଏଥିପାଇଁ ସମସ୍ୟା ଉପୁଜେ । ଏହାଠୁ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତରେ, ଆମେ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ତରଙ୍ଗ ସଂଚରଣ ପାଇଁ ଅପଟିକାଲ ଫାଇବର ବ୍ୟବହାର କରୁ ।

ଚିତ୍ର 33.1 (a) ଗୋଟିଏ ମୋଡ଼ା ଯାଇଥିବା ଯୋଡ଼ା (b) ଏକ ଅକ୍ଷୀୟ କେବଳ

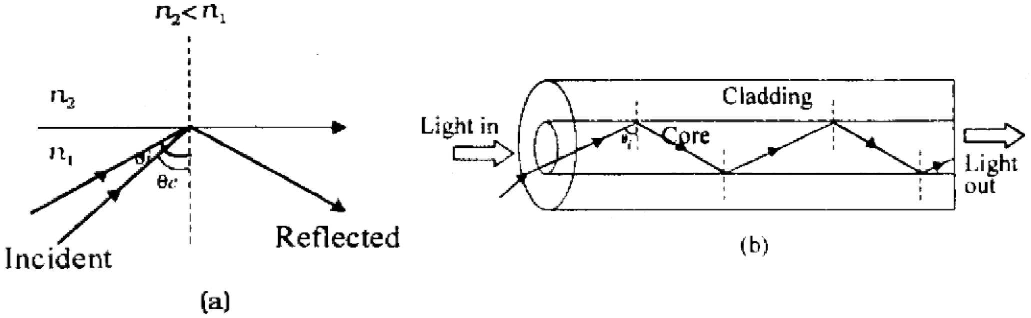
33.1.2. ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁ ବା ଅପଟିକାଲ ଫାଇବର (Optical Fibre)

1960 ରେ ଉଦ୍ଭାବିତ ଲେସର (Laser-light Amplification by stimulated Emission of Radiation) ଯୋଗାଯୋଗ ପ୍ରଯୁକ୍ତିକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ରୂପେ ବଦଳାଇ ଦେଇଛି । ଲେସର ଯାହାକି ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗର ଏକ ଅତି ସୁସଂହତ (coherent) ଉତ୍ସ, ଅପଟିକାଲ ଫାଇବର ଭଳି ଅପଟିକାଲ ୱେଭଗାଇଡ଼ ଦେଇ, ତଥ୍ୟବାହୀ ସଂକେତ ସବୁ (ଧ୍ୱନି, ଡାଟା ବା ଦୃଶ୍ୟ) ପାଇଁ ଏକ ଅତି ଉଚ୍ଚ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ବାହକ ତରଙ୍ଗ ରୂପେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ସବୁ ଦୂରଗାମୀ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଜଡ଼ିତ ପ୍ରଥମିକ ନୀତିଟି ହେଉଛି 'ବହୁ ସଂଙ୍କେତକ' (Multiplexing) ଅର୍ଥାତ୍ ଏକା ପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ବାର୍ତ୍ତାର ଯୁଗପତ ସଂଚରଣ । ଏହାକୁ ବୁଝାଇବା ପାଇଁ ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତିର କଥା-ର ସଂଚରଣକୁ ନିଆଯାଉ । ମାନବ-କଥା ସଂଚରଣ ପାଇଁ ବ୍ୟାଣ୍ଡର ଆବୃତ୍ତି ν_1 - 200 Hz ରୁ ν_2 - 4000 Hz ହୋଇଥାଏ, ଅର୍ଥାତ୍ ଏହି ଆବୃତ୍ତି ବ୍ୟାଣ୍ଡରେ ଥିବା ତଥ୍ୟକୁ ଯେକୌଣସି ବ୍ୟାଣ୍ଡ (ବା ପଟି) ଯାହାର ଉଇଡ୍ଥ (ବା ମୋଟେଇ) $\nu_1 - \nu_2 = 3800$ Hz ହୋଇଥିବ, ତାହା ଦେଇ ପ୍ରେରଣ କରାଯାଇପାରିବ, ଏହା ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମ୍ ର ଯେକୌଣସି ଅଞ୍ଚଳରେ ସ୍ଥାନିତ ହେବାରେ କିଛି ଫରକ ହେବ ନାହିଁ । ଯୋଗାଯୋଗ ଚ୍ୟାନେଲ ପାଇଁ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି ଅଞ୍ଚଳରେ ଅଧିକ ସ୍ଥାନ ରହେ । ତେଣୁ ନିମ୍ନ ଆବୃତ୍ତିଠୁ ଏହାର ସାମର୍ଥ୍ୟ ଅନେକ ବେଶି । 600nm (ନାନୋମିଟର)ର ଦୃଶ୍ୟ ଆଲୋକୀୟ ଅଞ୍ଚଳର ଆବୃତ୍ତି 5 x 10^{14} Hz ହେଲା ବେଳେ 6 ସେ.ମି. ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପାଇଁ ଏହା 5 x 10^9 Hz ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏକ ଅପଟିକାଲ ଫାଇବରରେ ଦୃଶ୍ୟ ଆଲୋକର ବହନ କ୍ଷମତା, ଗୋଟିଏ ଧାତବ ପରିବାହକରେ ମାଇକ୍ରୋୱେଭ୍‌ର ବହନ କ୍ଷମତାଠାରୁ 100,000 ଗୁଣ ଅଧିକ । ସର୍ବାଧିକ ବ୍ୟବହୃତ ଅପଟିକାଲ ୱେଭଗାଇଡ଼ ହେଉଛି ଷ୍ଟେପ-ଇନ୍‌ଡେକ୍ସ ଅପଟିକାଲ ଫାଇବର । ଏଥିରେ ଏକ ସ୍ତମ୍ଭାକାର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ କାଚ ବା ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍‌ର କ୍ରୋଡ଼ (core) (ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ n_1) ଓ ଏକା ପଦାର୍ଥର କିନ୍ତୁ ଟିକିଏ (1%) କମ୍ ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ n_2 ର ଗୋଟିଏ ପରିନିଧାନ (Cladding) ଥାଏ । ବାହାରର ପରିବେଷ୍ଟନୀରୁ ସୁରକ୍ଷିତ ରଖିବା ପାଇଁ ଏଥିରେ ଏକ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍‌ର ଆବରଣ ଥାଏ । (ଚିତ୍ର 33.2)



ଚିତ୍ର 33.2 ମାଦକାୟିତ ସିଲିକାକ୍ରୋଡ଼ ଓ ବିଶୁଦ୍ଧ ସିଲିକା ପରିନିଧାନ ଥିବା ଗୋଟିଏ ଅପଟିକାଲ ଫାଇବର

ଯେତେବେଳେ କ୍ରୋଡ଼ (n_1) ରୁ ଆଲୋକ ପରିନିଧାନ ($n_2 < n_1$) ର ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ଆପତିତ ହୁଏ, ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ପାଇଁ ଆପତନର ସଙ୍କଟ କୋଣ ହୁଏ $\theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_1)$ । ତେଣୁ ଏକ ଅପଟିକାଲ ଫାଇବରରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିକୁ ଏଭଳି ଭାବେ ପଠାଯାଏ ଯେମିତିକି ଏହା କ୍ରୋଡ଼-ପରିନିଧାନ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠକୁ $\theta_1 > \theta_c$ କୋଣରେ ସ୍ପର୍ଶ କରିବ । ତାପରେ ଉପର ଓ ତଳ କ୍ରୋଡ଼ ପରିନିଧାନ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ବାରମ୍ବାର ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ଦ୍ୱାରା ଆଲୋକ ରଶ୍ମିକୁ କ୍ରୋଡ଼ ମଧ ଦେଇ ପଥ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ କରାଯାଏ । ତରଙ୍ଗ ଆଲୋକ ବିଜ୍ଞାନ ଅଧ୍ୟାୟରୁ ତୁମର ମନେ ଥିବ ଯେ ଯେତେବେଳ ଗୋଟିଏ ସମତଳ ତରଙ୍ଗ (Plane wave) ର ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ହୁଏ, ସେତେବେଳେ ତରଙ୍ଗ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠ ବରାବର ପରିନଧାନ (ଲଘୁ ମାଧ୍ୟମ) ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ, ଏହାର ଆୟାମ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରୁ ଚରଘାତାଙ୍କି (exponentially) ଭାବେ ହ୍ରାସ ପାଏ । ତରଙ୍ଗର ପୂରା ଶକ୍ତି କ୍ରୋଡ଼ରେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇଯାଏ କିନ୍ତୁ ପରିନିଧାନରେ ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠ ବରାବର ପାୱାର ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଏପରି ତରଙ୍ଗକୁ କ୍ଷଣସ୍ଥାୟୀ ତରଙ୍ଗ (evanescent wave) କୁହାଯାଏ ଏହା ସମନ୍ୱିତ ଆଲୋକ ବିଜ୍ଞାନରେ (integrated optics) ଲେସର ରଶ୍ମିର ଶକ୍ତିକୁ ଗୋଟିଏ ପତଳା ଫିଲ୍ମ ୱେଭଗାଇଡ଼ ସହିତ ଯୁଗ୍ମନ ପାଇଁ ବହୁଳ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । (ଚିତ୍ର 33.3)



ଚିତ୍ର 33.3 (a) ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ (b) ପ୍ରକୃତ ଅପଟିକାଲ ଫାଇବରରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଆବଦ୍ଧକରଣ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 33.1

1. ଏକ ଅକ୍ଷୀୟ କେବଲ୍ କ'ଣ ? ଏହାର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତାର ଆବୃତ୍ତି-ପରିସର ଲେଖ ।

....

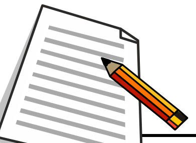
2. ଗୋଟିଏ ଅପଟିକାଲ ଫାଇବରରେ ଆଲୋକର ପଥ ନିର୍ଦ୍ଦେଶନ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ପ୍ରାଥମିକ ନିୟମଗୁଡ଼ିକ ଲେଖ ।

....

33.2 ଅନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ମାଧ୍ୟମ (Unguided media)

ପୃଥିବୀ ଚତୁପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ସ୍ଥାନ ଅର୍ଥାତ୍ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ବ୍ୟବହାର କରି, ଗୋଟିଏ ସଂଚରଣ ଓ ଅଭିଗ୍ରାହୀ କେନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ହେଉଥିବା ବେତାର ଯୋଗାଯୋଗକୁ 'ମହାକାଶ ଯୋଗାଯୋଗ' (Space Communication) କୁହାଯାଏ । ଉଚ୍ଚତା ସହିତ ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରା, ଘନତ୍ୱ, ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହିତା ଓ ଶୋଷଣ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ସବୁର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯୋଗୁଁ, ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳ, ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣରେ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ନିର୍ବାହ କରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଅବଲୋହିତ ଅଞ୍ଚଳର ଅଧିକାଂଶ ବିକିରଣ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହୋଇ ଯାଏ । ଅତିବାଇଗଣୀ ବିକିରଣ ଓଜୋନ ସ୍ତର ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହୁଏ ।

ଯେଗାଯୋଗରରେ ପାଞ୍ଚଟି ସ୍ତରର ମୁଖ୍ୟ ଭୂମକା ଅଛି ବୋଲି ଧରାଯାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକ ହେଲା :



ଟିପ୍ପଣୀ

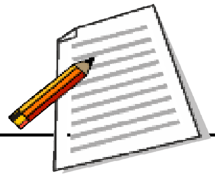
- ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠର 60 କି.ମି. ଉଚ୍ଚରେ ଥିବା C ସ୍ତର (C layer), 3 KHz - 300 KHz ଆବୃତ୍ତି ପରିସରର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗକୁ ପ୍ରତିଫଳିତ କରିପାରେ । ତେଣୁ ଏହାକୁ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ 'ଦୀର୍ଘ-ପରିସର ଯୋଗାଯୋଗ' ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।
- 80 କି.ମି. ଉଚ୍ଚରେ ଥିବା D ସ୍ତର (D Layer) କମ ଆବୃତ୍ତି ପରସରର (3 KHz - 300 KHz) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗକୁ ପ୍ରତିଫଳିତ କରେ କିନ୍ତୁ ମଧ୍ୟମ ଆବୃତ୍ତି ପରିସର (300 KHz - 3 MHz) ଓ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି ପରିସର (3-30 ମେ.ହାର୍ଜ)ର ତରଙ୍ଗକୁ ଶୋଷିତ କରେ ।
- 110 କି.ମି. ଉଚ୍ଚରେ ଥିବା E ସ୍ତର (E-layer) ମଧ୍ୟମ ଆବୃତ୍ତି ପରିସରର ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ କିନ୍ତୁ ଦିନ ବେଳା ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି ପରିସରର ତରଙ୍ଗକୁ ପ୍ରତିଫଳିତ କରେ ।
- 180 କି.ମି. ଉଚ୍ଚରେ ଥିବା F_1 ସ୍ତର ଦେଇ ଅଧିକାଂଶ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିର ତରଙ୍ଗ ଚାଲି ଯାଇପାରେ ।
- F_2 ସ୍ତର (300 କି.ମି. ଉଚ୍ଚରେ ଦିନବେଳେ ଓ 350 କି.ମି. ଉଚ୍ଚରେ ରାତିରେ) 30 MHz ଯାଏଁ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକ ତରଙ୍ଗକୁ ପ୍ରତିଫଳିତ କରେ ଓ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିର ତରଙ୍ଗକୁ ପ୍ରସାରିତ ହେବାକୁ ଦିଏ ।

ପୂର୍ବ ଶ୍ରେଣୀରେ ପଢ଼ିଥିବା ପାଠରୁ ତୁମର ମନେ ଥିବ ଯେ, ଉଚ୍ଚତା ସହିତ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଥିବା ତାପମାତ୍ରା, ବାୟୁର ଘନତ୍ୱ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତାକୁ ଆଧାର କରି ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଅନେକ ଗୁଡ଼ାଏ ସ୍ତରରେ ଗଠିତ ବୋଲି ଧରାଯାଏ । ପୃଥିବୀର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ବାୟୁ ମଣ୍ଡଳୀୟ ସ୍ତରକୁ କ୍ଷୋଭ ମଣ୍ଡଳ କୁହାଯାଏ - ଏହା ସମୁଦ୍ର ପତ୍ତନରୁ 12 କିମି. ଉଚ୍ଚ ଯାଏଁ ପ୍ରସାରିତ । କ୍ଷୋଭ ମଣ୍ଡଳର ତାପମାତ୍ରା 290 କେଲଭିନ (ବିଷୁବ ରେଖାରେ)ରୁ 220 କେଲ୍‌ଭିନ୍ (କ୍ଷୋଭ ସୀମାରେ) ଯାଏଁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ଅନ୍ୟ ସବୁ ସ୍ତର ତୁଳନାରେ ବାୟୁର ଘନତ୍ୱ ସର୍ବାଧିକ ଥିଲା ବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା ସବୁଠୁ କମ୍ ଥାଏ । 50 କି.ମି. ଯାଏଁ ପରବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ତରକୁ ସମୋଷ୍ଣ ମଣ୍ଡଳ କୁହାଯାଏ । ନିମ୍ନ ସମୋଷ୍ଣ ମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଓଜୋନ ସ୍ତରର ବିସ୍ତୃତି 15 କି.ମି.ରୁ 30 କି.ମି. ହୋଇଥାଏ । ସମୋଷ୍ଣ ମଣ୍ଡଳର ଉପରେ 90 କି.ମି. ଯାଏଁ ଥିବା ସ୍ତରକୁ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ମଣ୍ଡଳ କୁହାଯାଏ । ଏହି ମଣ୍ଡଳର ନ୍ୟୁନତମ ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରାୟ 180 କେଲଭିନ । ଏହି ମଣ୍ଡଳ ପରେ 350 କିମି. ଯାଏଁ ଅଞ୍ଚଳରେ ଆୟନିତ ଅଣୁ ଓ ଇଲେକଟ୍ରନ ସବୁଥାଏ, ଏହାକୁ ଆୟନ ମଣ୍ଡଳ କୁହାଯାଏ । ଆୟନ ମଣ୍ଡଳର ତାପମାତା ଉଚ୍ଚତା ସହିତ ବଢ଼ି 1000 କେଲ୍‌ଭିନ୍ ହୁଏ । ଏହା ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରେ । ଇଲେକଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟାର ଘନତ୍ୱ ଉପରେ ଭିତ୍ତି କରି ଏହାକୁ D,E,F ଓ F_2 ଅଞ୍ଚଳରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ । ଉଚ୍ଚତା ସହିତ ବଢୁଥିବା ଇଲେକଟ୍ରନର ଏହି ଘନତ୍ୱ D ଅଞ୍ଚଳରେ 10^9 ମି$^{-3}$ ରୁ 10^{11} ମି.$^{-3}$ E ରେ ଓ F_2 ସ୍ତରରେ ଏହା 10^{12} ମି.$^{-3}$ ହୋଇଥାଏ । ଗଠନର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଓ ବିଭିନ୍ନ ଉଚ୍ଚତାରେ ବିଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ସୌର-ବିକିରଣର ଶୋଷଣ ଆଦି କାରଣ ପାଇଁ ତାପମାତ୍ରା, ଘନତ୍ୱ ଓ ପରିବାହିତାରେ ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଥାଏ ।

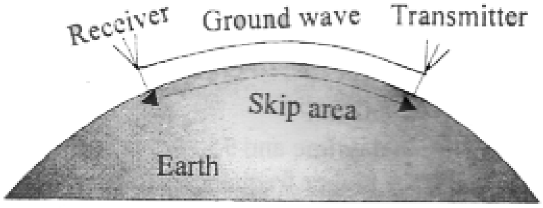
ମହାକାଶ ଯୋଗାଯୋଗର ପ୍ରୟୋଜନୀୟ ଦିଗଟି ହେଲା - ଟ୍ରାନସମିଟରର ଏଣ୍ଟିନାରୁ ସଂକେତ ନିର୍ଗତ ହୋଇ ଅଭିଗ୍ରାହୀର ଏଣ୍ଟିନାକୁ ପହଞ୍ଚିବାକୁ ହେବ । ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ଏହା ଭୂମିତରଙ୍ଗ, ମହାକାଶ ତରଙ୍ଗ, ଆକାଶ ତରଙ୍ଗ ଓ ଉପଗ୍ରହ ସଂଯୋଗ ଦେଇ ହୋଇପାରେ । ଏବେ ଆସ ଏଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ।

33.2.1. ଭୂମି ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣ (Ground wave propagation)

ଭୂମି ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠ ଦେଇ ଗତି କରେ । ଏହା ବସ୍ତୁ ସମୂହର କୋଣ ଦେଇ ବାଙ୍କି ଯାଇପାରେ, କିନ୍ତୁ ଭୂଖଣ୍ଡ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ । ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ସଂଚରଣ ପାଇଁ ଏକ ଭୂଲମ୍ବ ଏଣ୍ଟିନା ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଯଦି ବିଦ୍ୟୁତ୍ କ୍ଷେତ୍ର E ଭୂଲମ୍ବ ଓ ଚୌମ୍ବକ କ୍ଷେତ୍ର B ଭୂସମାନ୍ତର ହୁଏ, ତେବେ ପ୍ରସାରଣର ଦିଗ k ଭୂସମାନ୍ତର କିନ୍ତୁ ଏହା E ଓ B ଉଭୟ ସଦିଶର ଅଭିଲମ୍ବ ହୋଇଥାଏ । ପରିବାହିତା ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ ଓ ପରାବୈଦ୍ୟୁତିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ପରି ଭୂମିର ଦ୍ରବ୍ୟାତ୍ମକ ଗୁଣ ସବୁ ଏହି ତରଙ୍ଗର



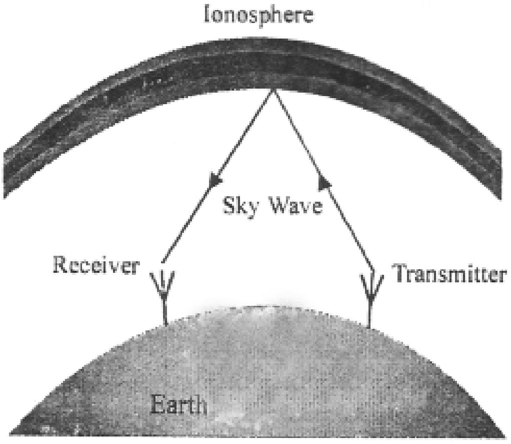
ପ୍ରସାରଣକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରିବା ଲକ୍ଷ୍ୟ କରାଯାଏ । ତେଣୁ ମରୁଭୂମି ଅପେକ୍ଷା ସମୁଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ ଭୂମି ତରଙ୍ଗର ପ୍ରସାରଣ ଅନେକ ଭଲ ହୋଇଥାଏ । ବସ୍ତୁତଃ ପୃଥିବୀର ବକ୍ରତଳ ଦେଇ ବିଚ୍ଛୁରଣ ଯୋଗୁଁ ଭୂମି ତରଙ୍ଗ ଶୀଘ୍ର ଦୁର୍ବଳ (କ୍ଷୀଣ) ହୋଇଯାଏ । ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଲମ୍ବା ହୋଇଥିଲେ କ୍ଷୀଣନ କମ୍ ହୁଏ । ତେଣୁ ଭୂମି ତରଙ୍ଗ ନିମ୍ନ ଆବୃତ୍ତିରେ ଅଧିକ ପ୍ରୟୋଜନୀୟ ଓ ବୁଡ଼ାଜାହାଜ ସହାୟତାରେ ଏହା ମହାସାଗରରେ ଯୋଗଯୋଗର ଏକମାତ୍ର ଉପାୟ । ଅଧିକନ୍ତୁ କ୍ଷୁଦ୍ର ପରିସର ପାଇଁ ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ (300 କି.ହାର୍ଜ - 3 ମେ. ହାର୍ଜ) ସଂଚାରଣରେ ଭୂମି ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 33.4 ଭୂମି ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣ

33.2.2 ଆକାଶ ତରଙ୍ଗ ଅଥବା ଆୟନ ମଣ୍ଡଳୀୟ ପ୍ରସାରଣ (Sky wave or Ionospheric Propagation)

ଆକାଶ ତରଙ୍ଗ ବା ଆୟନ ମଣ୍ଡଳୀୟ ପ୍ରସାରଣରେ 3 ମେ. ହାର୍ଜ ରୁ 30 ମେ.ହାର୍ଜ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ଆବୃତ୍ତିର ବିଦ୍ୟୁତ୍ -ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରେରଣ ଏଣ୍ଟିନା ଦ୍ୱାରା ନିକ୍ଷେପିତ ହୋଇ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱକୁ ଗତି କରେ, ଆୟନ ମଣ୍ଡଳ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ ଓ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନକୁ ଫେରି ଆସେ । ଏହି ପ୍ରଣାଳୀରେ ଆୟନ ମଣ୍ଡଳର ପ୍ରତିଫଳନ ସାମର୍ଥ୍ୟ, ଆକାଶ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରସାରଣ ଧର୍ମକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରେ । ଆୟନ ମଣ୍ଡଳ ପୃଥିବୀକୁ ବେଷ୍ଟନ କରିଥିବା ଏକ ଅଦୃଶ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ 'ଦର୍ପଣ'ର କାର୍ଯ୍ୟ କରେ - ଆଲୋକୀୟ ଆବୃତ୍ତିରେ ଏହା ସ୍ୱଚ୍ଛ, କିନ୍ତୁ ରେଡ଼ିଓ ଆବୃତ୍ତିରେ ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗକୁ ପ୍ରତିଫଳିତ କରି ପୃଥିବୀକୁ ଫେରାଇ ଦିଏ ।



ଚିତ୍ର 33.5 : ଆକାଶ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣ

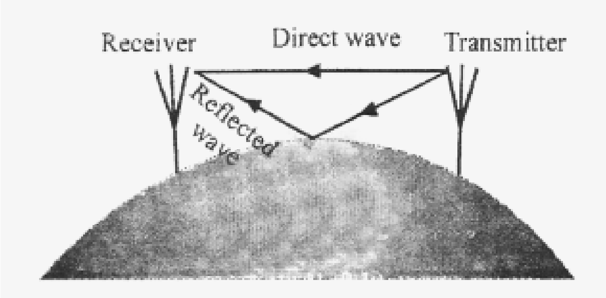
ପ୍ରତିଫଳନ ସ୍ତରର ଉଚ୍ଚତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ଗୋଟିଏ ଆୟନ ମଣ୍ଡଳୀୟ ପ୍ରତିଫଳନ ଦ୍ୱାରା, ପୃଥିବୀ-ପୃଷ୍ଠତଳରେ ଏହା ସର୍ବାଧିକ ଦୂରତା 2010 ରୁ 3000 କି.ମିଟର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପହଞ୍ଚିପାରେ । ଗୋଟିଏ ପ୍ରତିଫଳନରେ ହୋଇଥିବା ଯୋଗାଯୋଗ ବିଳମ୍ବର ପରିସର 6.8 ଓ 10 ମିଲିସେକେଣ୍ଡର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ, ଏହା ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ସମୟାନ୍ତର । ପ୍ରସାରଣର ଏହି ପ୍ରଣାଳୀ ସୁଦୂର (କ୍ଷୁଦ୍ର ତରଙ୍ଗ) ଯୋଗାଯୋଗ ପାଇଁ 5 ଓ 10 ମେଗା ହର୍ଜ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ଆବୃତ୍ତି ପରିସରରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଆବୃତ୍ତି 10 ମେଗାହର୍ଜରୁ ବେଶି ହେଲେ, ଆୟନ ମଣ୍ଡଳ ଦେଇ ତରଙ୍ଗ

ଟିପ୍ପଣୀ

ଚାଲିଯାଏ, ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ପୃଥିବୀକୁ ଫେରେ ନାହିଁ । ଅନିୟମିତ ଦୈନନ୍ଦିନ ଓ ଋତୁଗତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯୋଗୁଁ ଇଲେକଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟାର ଘନତ୍ୱ ଓ ଆୟନ ମଣ୍ଡଳରେ ଆୟନିତ ସ୍ତରର ଉଚ୍ଚତା ମଧ୍ୟ ଏହାକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରେ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ଉପସ୍ଥିତି ସ ଅନୁପସ୍ଥିତି କାରଣରୁ ଆୟନ ମଣ୍ଡଳର ଉପାଦାନ ଦିନ ଅପେକ୍ଷା ରାତିରେ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ସେଥିପାଇଁ ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ପ୍ରସାରଣ ସବୁ ରାତିରେ କରାଯାଏ କାରଣ ଆୟନ ମଣ୍ଡଳର ପ୍ରତିଫଳନ ଗୁଣ ସେ ସମୟରେ ଭଲ ହୋଇଥାଏ ।

33.2.3 ମହାକାଶ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣ (Space wave propagation)

ରେଡ଼ିଓ ଷ୍ଟେସନରେ ଅତି ଉଚ୍ଚ ଏଣ୍ଟିନା ତୁମେ ଦେଖିଥିବ । ଏଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରସାରଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ମହାକାା ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣରେ କିଛି ଅତି ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିର ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ (30 ମେ.ହାର୍ଜ - 300 ମେ.ହାର୍ଜ) ଏଣ୍ଟିନା ଦ୍ୱାରା ବିକିରିତ ହୋଇ ମହାକାଶ ବାଯେ ସିଧା ଅଥବା ପୃଥିବୀର ବକ୍ରତା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ଅଭିଗ୍ରାହୀରେ ପହଞ୍ଚେ । (ମନେରଖ ପୃଥିବୀ ପ୍ରତିଫଳିତ ତରଙ୍ଗ ଭୂମି ତରଙ୍ଗଠାରୁ ଭିନ୍ନ)
ବାସ୍ତବରେ, ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରଣାଳୀ ଅଧିକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ । ମାତ୍ର ଏହା ଦୃଷ୍ଟିରେଖା (line of sight) ସଂଚାରଣ ଦୂରତାରେ ସୀମିତ, ଆଉ ପୃଥିବୀର ବକ୍ରତା ଓ ଏଣ୍ଟିନାର ଉଚ୍ଚତା ମଧ୍ୟ ସଂଚାରଣର ପରିସରକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରିଥାଏ ।



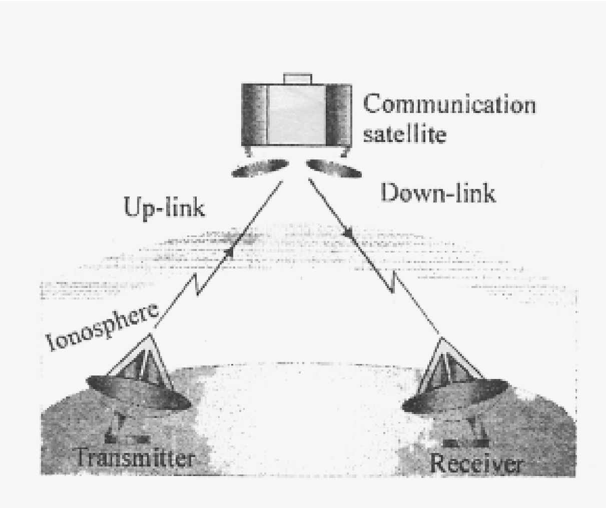
ଚିତ୍ର 33.6 : ମହାକାଶ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣ

ତୁମେ ଏବେ ଜାଣିସାରିଛ ଯେ - ଭୂମିତରଙ୍ଗରେ ପରିବହନ କ୍ଷତି ହୁଏ, ମହାକାଶ ତରଙ୍ଗ ଦୃଷ୍ଟି-ରେଖାରେ ସୀମିତ ଓ ଆକାଶ ତରଙ୍ଗ ଗୋଟିଏ ଆବୃତ୍ତି ପରେ ଆୟନ ମଣ୍ଡଳକୁ ଭେଦ କରେ । 1950 ରେ ଯୋଗାଯୋଗ ବା ସଞ୍ଚାର ଉପଗ୍ରହ ଉତ୍‌କ୍ଷେପଣ ପରେ ଏସବୁ ଅସୁବିଧା ଦୂର ହୋଇଛି । ଉପଗ୍ରହ ଯୋଗାଯୋଗ - ସଂଚାରଣ ଓ ଯୋଗାଯୋଗର ଶୈଳୀ ଓ ଢାଞ୍ଚାରେ ବିପ୍ଲବାତ୍ମକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିଛି । ଏବେ ଆସ ଏ ବିଷୟରେ ଶିଖିବା ।

33.2.4 ଉପଗ୍ରହ ଯୋଗାଯୋଗ (Satellite Communication)

ଚିତ୍ର 33.7 ରେ ଉପଗ୍ରହ ଯୋଗାଯୋଗର କାର୍ଯ୍ୟପଦ୍ଧତି ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ମଡୁଲିତ ବାହକ ତରଙ୍ଗକୁ ଟ୍ରାନସମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ସିଧା ଉପଗ୍ରହ ଆଡ଼କୁ ଛଡ଼ାଯାଏ । ଉପଗ୍ରହର ଅଭିଗ୍ରାହୀ ପ୍ରାପ୍ତ ସଂକେତଙ୍କୁ ବର୍ଦ୍ଧିତ କରି ବିଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିରେ ପୁନରାୟ ପୃଥିବୀକୁ ପ୍ରେରଣ କରେ । ବ୍ୟତିକରଣକୁ ଏଡ଼ାଇବା ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିରେ ପଠାଯାଏ । ଏହାକୁ ଅପଲିଙ୍କ (Uplinking) ଓ ଡାଉନଲିଙ୍କିଂ (downlinking) କୁହାଯାଏ ।
ଆମେ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ସାହାଯ୍ୟରେ ଯୋଗାଯୋଗ ପଦ୍ଧତିରେ ଦେଖିଥିଲୁ ଯେ ଯୋଗାଯୋଗର ଆବୃତ୍ତି ବଢ଼ାଇ ସଂଯୋଗ ଚ୍ୟାନେଲ କ୍ଷମତା ବୃଦ୍ଧି କରାଯାଏ । ଆମେ କେତେ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯାଇପାରିବା ? ଏବେ ତୁମେ ଜାଣ ଯେ 10 ମେଗାହର୍ଜର ବେଶୀ ଆବୃତ୍ତିର ତରଙ୍ଗଙ୍କୁ ଆୟନମଣ୍ଡଳ ପ୍ରତିଫଳିତ କରିପାରେ ନାହିଁ, ଓ ଏପରି ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି ପାଇଁ ଆମେ ଲମ୍ବା ଟାୱାରରୁ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ସଂଚରଣ ହେଉଥିବା ମହାକାଶ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ । ମାତ୍ର ଏହି ଦୃଷ୍ଟି-ରେଖୀୟ (line of sight) ସଂଚରଣର ପରିସର ସୀମିତ । ତେଣୁ 30 ମେଗାହର୍ଜରୁ ଉର୍ଦ୍ଧ ଆବୃତ୍ତିର ସୁଦୂର ବେତାର ସଂଯୋଗ ପାଇଁ ଯେପରି 50-1000 ମେଗାହର୍ଜ ପରିସରରେ ଟିଭି ପ୍ରସାରଣ ଉପଗ୍ରହ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ପୃଥିବୀ ଓ ଉପଗ୍ରହ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ, ପ୍ରାୟ 36000 କି.ମି. ଉଚ୍ଚରେ, ମୁକ୍ତ-ପତନ ଗତିରେ ପୃଥିବୀ ପ୍ରଦକ୍ଷିଣ ପାଇଁ ପ୍ରୟୋଜନୀୟ ଅଭିକେନ୍ଦ୍ର ବଳର କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ଯେଉଁ କରେ ବିଷୁବ ରେଖା ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ଗୋଟିଏ ପରିକ୍ରମଣ ସମୟ ପୃଥିବୀର ଗୋଟିଏ ଦିନର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ସମୟ ସହିତ ସମାନ ହୁଏ, ସେହି କକ୍ଷକୁ ଭୂ-ସ୍ଥିର (geostationalry) କକ୍ଷ କୁହାଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ପୃଥିବୀ ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ଉପଗ୍ରହ ସ୍ଥିର ଥିବା ମନେହୁଏ । ଭୂମି କେନ୍ଦ୍ର ପ୍ରଦକ୍ଷିଣକାରୀ ଉପଗ୍ରହକୁ ପ୍ରେରଣ କରେ ସେଠାରେ ସଂକେତ ପ୍ରବର୍ଦ୍ଧିତ ହୁଏ ଓ ପୁଣି ପୃଥିବୀକୁ ଫେରିଆସେ । ଯଦି ଉପଗ୍ରହ ଗୁଡ଼ିକ ଭୂସ୍ଥିର ନ ହୋଇଥାନ୍ତା, ତେବେ ଅଭିଗ୍ରାହୀ ଏଣ୍ଟିନା ସବୁକୁ ଆକାଶରେ ଉପଗ୍ରହର ଗତି ସହିତ ନିରନ୍ତର ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବାକୁ ପଡନ୍ତା । ଯୋଗାଯୋଗ ଉପଗ୍ରହ ପାଇଁ ବର୍ତ୍ତମାନ ଆହୁରି ଦୁଇଟି କକ୍ଷ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି (i) ମେରୁବୃତ୍ତୀୟ କକ୍ଷ (polar circular orbit) ଏହା ମେରୁ (ଆନତି 90^0) ଉପରେ 1000 କି.ମି. ଉଚ୍ଚରେ ସ୍ଥାନିତ ଓ (ii) ଅତି ଉପବୃତ୍ତୀୟ ଆନତ କକ୍ଷ (highly elliptical inclined orbit) (ଆନତି 63^0) । ସମୁଦ୍ର ପତ୍ତନଠାରୁ ଉଚ୍ଚ ସ୍ଥାନମାନଙ୍କରେ ଯୋଗାଯୋଗ ପାଇଁ ଏହି କକ୍ଷ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 33.7 : ଉପଗ୍ରହ ଯୋଗାଯୋଗ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 33.2

1. କାହିଁକି ତୁମେ ଦିନ ଅପେକ୍ଷା ରାତିରେ କିଛି ରେଡ଼ିଓ ଷ୍ଟେସନର କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ଭଲ ଶୁଣି ପାର ?

....

2. ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରଶ୍ନ ପାଇଁ ଠିକ ଉତ୍ତରଟି ବାଛ ।

(a) ୟୁ.ଏଚ.ଏଫ୍ ପରିସରର ଆବୃତ୍ତି ସାଧାରଣତଃ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଥାଏ

(i) ଭୂମି ତରଙ୍ଗ (ii) ଆକାଶ ତରଙ୍ଗ (iii) ପୃଷ୍ଠତଳ ତରଙ୍ଗ (iv) ମହାକାଶ ତରଙ୍ଗ ସାହାଯ୍ୟରେ ।

(b) ଯୋଗାଯୋଗ ପାଇଁ ଉପଗ୍ରହ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ

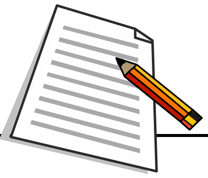
(i) ନିମ୍ନ ଆବୃତ୍ତି (< 30 MHz) ଓ କମ୍ ପରିସର ପାଇଁ

(ii) ନିମ୍ନ ଆବୃତ୍ତି (< 30 MHz) ଓ ଦୀର୍ଘ ପରିସର ପାଇଁ

(iii) ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି (> 30 MHz) ଓ କମ୍ ପରିସର ପାଇଁ

(iv) ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି (> 30 MHz) ଓ ଦୀର୍ଘ ପରିସର ପାଇଁ

....



ଟିପ୍ପଣୀ

33.3 ଯୋଗାଯୋଗ ପ୍ରୟୋଗ (Communication applications)

ସାମ୍ପ୍ରତିକ ବର୍ଷଗୁଡ଼ିକରେ ଯୋଗାଯୋଗ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅତି ଦ୍ରୁତ ଅଗ୍ରଗତି ଘଟିଛି । ଛପା ଅକ୍ଷରରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ଟେଲିଗ୍ରାଫ, ଟେଲିଫୋନ, ରେଡ଼ିଓ, ଦୂରଦର୍ଶନ, ମୋବାଇଲ, ଇଣ୍ଟରନେଟ ଓ କମ୍ପ୍ୟୁଟର ବୈଠକ (ଶ୍ରାବ୍ୟ ଓ ଦୃଶ୍ୟ) ସବୁ ହୋଇପାରୁଛି । ବିଶ୍ୱର ସବୁ ଦେଶ ଉଚ୍ଚମାନର ଜାତୀୟ ଓ ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ ଯୋଗାଯୋଗ ସ୍ଥାପନ କରିବାକୁ ଚାହୁଁଛନ୍ତି । ପୃଥିବୀର ପ୍ରାୟ ସବୁ ପ୍ରାନ୍ତର ଲୋକଙ୍କ ପାଖରେ ଏବେ ରେଡ଼ିଓ ଓ ଟିଭି ପ୍ରସାରଣ ପହଞ୍ଚିଛି । ସ୍ୱୟଂକ୍ରିୟ ଟେଲିଫୋନ ବାର୍ତ୍ତା ବିନିମୟର ଘରୋଇ ସଂସ୍ଥା ସାଧାରଣତଃ ଫାଇବର ଅପଟିକ କେବୁଲ, ଏକ-ଅକ୍ଷୀୟ କେବୁଲ, ମାଇକ୍ରୋୱେଭ ରେଡ଼ିଓ ରିଲେ ଓ ଉପଗ୍ରହ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଇତ୍ୟାଦି ଆଧୁନିକ ନେଟୱାର୍କ ଦ୍ୱାରା ସଂଯୋଜିତ ।

ସେଲୁଲାର ବା ମୋବାଇଲ ଟେଲିଫୋନ ସେବା ଏବେ ବହୁଳ ଭାବେ ଉପଲବ୍ଧ ହେଉଛି । ଏଥିରେ ଭ୍ରାମ୍ୟମାଣ ସେବା ଏପରିକି ବିଦେଶରେ ମଧ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଛି । ସେଲୁଲାର ବ୍ୟବସ୍ଥା ମୂଳକେନ୍ଦ୍ର ଓ ଏଣ୍ଟିନାର ଗୋଟିଏ ରେଡ଼ିଓ ନେଟୱାର୍କ ପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । (ଗୋଟିଏ ମୂଳ କେନ୍ଦ୍ର ଦେଇ ନିୟନ୍ତିତ ହେଉଥିବା ସହରର ଅଞ୍ଚଳକୁ ଗୋଟିଏ ସେଲ ବା Cell କୁହାଯାଏ, ଏହାର ଆକାର 1 କି.ମି.ରୁ 50 କି.ମି. ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ସେଲଫୋନରେ ଉଭୟ ନିମ୍ନ ଶକ୍ତି ସମ୍ପନ୍ନ ଟ୍ରାନସମିଟର ଓ ରିସିଭର ଥାଏ । ଏହା ଉଭୟକୁ ଏକାଠି ବ୍ୟବହାର କରିପାରେ, ବିଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତି ବୁଝି ପାରେ ଓ ସ୍ୱୟଂକ୍ରିୟ ଭାବେ ବିଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିକୁ ଧରି ପାରେ । ମୂଳ କେନ୍ଦ୍ର ମଧ କମ ପାୱାର ପ୍ରେରଣ କରେ । ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ସେଲ ସହିତ ବ୍ୟତିକରଣକୁ କମାଇବା ପାଇଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ମୂଳ କେନ୍ଦ୍ର ସଯତ୍ନରେ ବଛା ଯାଇଥିବା ଆବୃତ୍ତି ସବୁ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଏ ।

ଯେଉଁ ସ୍ଥାନରେ ଏକାଧିକ କମ୍ପ୍ୟୁଟର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ଯେମିତି ତୁମ ଆଞ୍ଚଳିକ ପାଠ କେନ୍ଦ୍ରରେ, ସେଠି ଏହା ସବୁ କମ୍ପ୍ୟୁଟରକୁ ଗୋଟିଏ ନେଟୱାର୍କରେ ସଂଯୁକ୍ତ କରିଥାଏ, ଯେମିତିକି ସେଠି ସମସ୍ତେ ପରସ୍ପର ସହିତ କଥା ହୋଇପାରିବେ ଓ ଆମେ

- ବିଭିନ୍ନ କମ୍ପ୍ୟୁଟରରେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରିଣ୍ଟର ବ୍ୟବହାର କରି ପାରିବା;

ଗୋଟିଏ ଇଣ୍ଟରନେଟକୁ ସଂଯୋଗକୁ ସବୁ କମ୍ପ୍ୟୁଟରରେ ଲଗାଇ ପାରିବା;

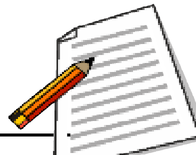
- ଯେକୌଣସି କମ୍ପ୍ୟୁଟରର ଫାଇଲ ଓ ଡକୁମେଣ୍ଟକୁ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବା;
- ବିଭିନ୍ନ କମ୍ପ୍ୟୁଟରରେ ଏକାଧିକ ବ୍ୟବହାରକାରୀଙ୍କୁ ଅନୁମତି ଦେଉଥିବା ଖେଳ ଖେଳିପାରିବା; ଓ
- ଡିଭିଡ଼ି ପ୍ଲେୟାର ପରି ଯନ୍ତ୍ରର ନିର୍ଗମକୁ ଅନ୍ୟ କମ୍ପ୍ୟୁଟର ସବୁକୁ ପଠାଇ ପାରିବା ।

ପର୍ସନାଲ କମ୍ପ୍ୟୁଟରର ଏପରି ନେଟୱାର୍କକୁ ସ୍ଥାପନ କରିବା ପାଇଁ, ତିନୋଟି ପାହାଚ ଦରକାର :

ଆଗ ନେଟୱାର୍କ ପାଇଁ ପ୍ରଯୁକ୍ତି ସ୍ଥିର କର । ଏହି ମୁଖ୍ୟ ପ୍ରଯୁକ୍ତିଗୁଡ଼ିକ ହେଲା ମାନକ ଇଥରନେଟ (Standard Ethernet), ଫୋନ୍ ଲାଇନ ଆଧାରିତ (Phone-line-based), ପାୱାର ଲାଇନ ଆଧାରିତ (Power line based) ଓ ବେତାର (Wireless) ।

- ହାର୍ଡ଼ୱେର କିଣି ଲଗାଅ ।
- ସବୁ କିଛି ସଠିକ ଭାବେ ନେଇ ସିଷ୍ଟମକୁ ବିନ୍ୟସ୍ତ କର ।

ଇଣ୍ଟରନେଟ ହେଉଛି ସମଗ୍ର ପୃଥିବୀରେ କମ୍ପ୍ୟୁଟରର ଏକ ବିଶାଳ ନେଟୱାର୍କ । ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଯୋଗାଯୋଗ ଏଥିରେ ସମନ୍ୱିତ ହୋଇଥାଏ । ପ୍ରଯୁକ୍ତିର ଅଗ୍ରଗତି ସହିତ ଏହା ଅନ୍ୟ ସବୁ ପ୍ରକାର ଯୋଗାଯୋଗ ପଦ୍ଧତିକୁ ବଦଳାଇ ଗୋଟାକରେ ଏକତ୍ରିତ କଲା । ଗ୍ରନ୍ଥାଗାର, କଳା, ଓ ଗବେଷଣା ସହିତ ପତ୍ରିକା ଓ ସମ୍ବାଦପତ୍ର ମଧ ଏବେ ଅନ୍-ଲାଇନରେ ଉପଲବ୍ଧ । ବିଶ୍ୱବ୍ୟାପୀ ଜାଲ (World wide web ବା www) ଦେଇ ଏହା ତଥ୍ୟର ସୁବିଶାଳ ଭଣ୍ଡାରକୁ ପ୍ରବେଶର ସୁଯୋଗ କରିଦିଏ । www ହେଉଛି ଇଣ୍ଟରନେଟ୍‌ର ବହୁଯୋଗାଯୋଗ ମାଧ୍ୟମ (Multimedia) ଯାହା ବିଷୟ (text) କୁ ଶବ୍ଦ, ଫଟୋ, ରେଖାଚିତ୍ର, ଚାର୍ଟ, ଏନିମେଶନ ଓ ଭିଡ଼ିଓ ସହ



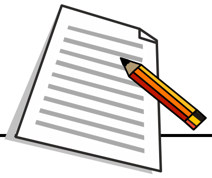
ସଂଯୁକ୍ତ କରିଥାଏ । ଜାଭା (Java) ପରି ନୂତନ ଉଦ୍‌ଭାବନ, ଯାହାକି ଏକ ୱେବ ଆଧାରିତ ପ୍ରୋଗ୍ରାମିଂ ଭାଷା -ଡକୁମେଣ୍ଟ ଭିତରେ ସହଜ କିଛି କରିବା ପାଇଁ ସୁଯୋଗ ଦିଏ । ଇଣ୍ଟରନେଟ ଯେତେ ବେଶୀ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଛି, ଏହା ଯୋଗାଯୋଗର ସେତେ ଅଧିକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଓ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ମାଧ୍ୟମ ହେଉଛି । ଭାରତରେ, ବହୁ ବିଦ୍ୟାଳୟକୁ ଗୁଣାତ୍ମକ ଶିକ୍ଷା ପାଇଁ କମ୍ପ୍ୟୁଟର ଓ ଇଣ୍ଟରନେଟ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଇଛି । MHRD ଶକ୍ଷତ୍ (Sakshat) ନାମରେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରବେଶଦ୍ୱାର ତିଆରି କରୁଛି, ଯାହାକୁ ତୁମେ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବ । ରାଷ୍ଟ୍ରୀୟ ମୁକ୍ତ ବିଦ୍ୟାଳୟ ଶିକ୍ଷା ସଂସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟ ଏଥିରେ ସାହାଯ୍ୟ କରୁଛି ।

ଏଡୁସାଟ (EDUSAT)

ଭାରତୀୟ ମହାକାଶ ଗବେଷଣା ସଂସ୍ଥାନ (ISRO), ଭାରତ ସରକାରଙ୍କ ମହାକାଶ ବିଭାଗ, ସେପ୍ଟେମ୍ବର 2004 ରେ, ଏଡୁସାଟ୍ ନାମରେ ଗୋଟିଏ ଶିକ୍ଷା ଉପଗ୍ରହ ଉତ୍କ୍ଷେପଣ କରିଥିଲା । ସମଗ୍ର ଦେଶରେ ଏହାର ପଦଚିହ୍ନ ପଡ଼ିଛି ଓ ଏହା KU ବ୍ୟାଣ୍ଡରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ସାତବର୍ଷ ଯାଏଁ ସେବା ଦେବା ପାଇଁ ଏହା ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇଥିଲା । ଏହି ଉପଗ୍ରହ ସାହାଯ୍ୟରେ ରେଡ଼ିଓ ଓ ଟିଭି ପ୍ରସାରଣ, ଇଣ୍ଟରନେଟ୍ ଆଧାରିତ ଶିକ୍ଷା, ଡାଟା ପ୍ରସାରଣ, ଦୃଶ୍ୟ-ଶ୍ରାବ୍ୟ ଆଦାନପ୍ରଦାନ, ଇଣ୍ଟରନେଟରେ କଥା ହେବା ଇତ୍ୟାଦି କରାଯାଏ । ଏହା ଅନେକ ସମ୍ଭାବନାର ବାଟ ଖୋଲି ଦେଇଛି : ଗୋଟିଏ ସହରରେ ଥିବା ଏକ ବିଖ୍ୟାତ ଶିକ୍ଷା ପ୍ରତିଷ୍ଠାନର ଜଣେ ଶିକ୍ଷକ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ବିଦ୍ୟାଳୟର ଛାତ୍ରମାନଙ୍କ ସହିତ ଭିଡ଼ିଓ ଆଲୋଚନା କରିପାରିବେ ଅଥବା ଗାଁର ବିଦ୍ୟାଳୟ ଛାଡ଼ିଥିବା ପିଲାମାନେ ଇଣ୍ଟନେଟ ଆଧାରିତ ଶିକ୍ଷା ପାଇ ପୁଣି ଶିକ୍ଷାର ମୁଖ୍ୟ ସ୍ରୋତକୁ ଫେରି ଆସି ପାରିବେ । ଏଡୁସାଟ୍ 72 ଟି ଚ୍ୟାନେଲ ପ୍ରସାରିତ କରିପାରେ । ରାଜ୍ୟ ସରକାର ଓ NIOS ପରି ଜାତୀୟ ପ୍ରତିଷ୍ଠାନ ସବୁ ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ନେଟୱାର୍କ ତିଆରି କରିଛନ୍ତି । ଏସବୁ ନେଟୱାର୍କ ସଫଳତାର ସହିତ ଏପରିକି ଆଞ୍ଚଳିକ ଭାଷାରେ ମଧ୍ୟ ଶିକ୍ଷା ପ୍ରଦାନ କରିପାରୁଛି ।

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

- ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଯୋଗାଯୋଗ ଚ୍ୟାନେଲଗୁଡ଼ିକ ଓ୍ୟାର ଲାଇନ (ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ମାଧ୍ୟମ ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା, ଅଥବା ବେତାର (ଅନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ ମାଧ୍ୟମ ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା)
- ଏକା ପଥରେ ବିଭିନ୍ନ ବାର୍ତ୍ତାର (ପ୍ରତ୍ୟେକର କିଛି ଆବୃତ୍ତି ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଉଇଡଥ ଅଛି) ଯୁଗପତ ସଂଚରଣକୁ ବହୁସଂକେତକ କୁହାଯାଏ । ବାହକର ଆବୃତ୍ତି ଯେତେ ବେଶି ହୋଇଥାଏ, ତା'ର ବାର୍ତ୍ତା ବହନର କ୍ଷମତା ମଧ୍ୟ ସେତେ ବେଶୀ ହୁଏ ।
- ବିଭିନ୍ନ ଓ୍ୟାର ଲାଇନ ଚ୍ୟାନେଲକୁ ତୁଳନା କଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁରେ ଦୃଶ୍ୟ ଆଲୋକର (ଆବୃତ୍ତି ପ୍ରାୟ 10^{14} Hz)ଯୋଗାଯୋଗ ଧାରକତ୍ୱ ଗୋଟିଏ ଧାତବ ପରିବାହକରେ ମାଇକ୍ରୋୱେଭ (ଆବୃତ୍ତି 10^{9} Hz) ଅପେକ୍ଷା ଅନେକ ବେଶୀ ।
- ଗୋଟିଏ ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁ (Optical Fibre) ଆଲୋକ ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛକୁ ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତରୁ ଅନ୍ୟ ପ୍ରାନ୍ତକୁ କ୍ରୋଡ଼ (ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ n_1) ଓ ପରିନିଧାନ $n_2 > n_1$ ର ଅନ୍ତରାପୃଷ୍ଠରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନ ପଦ୍ଧତିରେ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ କରିଥାଏ ।
- ବେତାର ରେଡ଼ିଓ ସଂଚରଣରେ, କେତେଗୁଡ଼ିଏ ପରିବାହକର ସମନ୍ୱୟ ଏଣ୍ଟିନା ବାହକ ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗକୁ ମହାକାଶକୁ ପ୍ରେରଣ କରେ ଓ ଅଭିଗ୍ରାହୀ ଅଞ୍ଚଳରେ ତାକୁ ଚିହ୍ନଟ କରେ । ବାୟୁ ମଣ୍ଡଳରେ ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରସାରଣ ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । 1 MHz ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ନିମ୍ନ ଓ ମଧ୍ୟମ ଆବୃତ୍ତିର ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗକୁ ଭୂମି (ବା ପୃଷ୍ଠ) ତରଙ୍ଗ ଯୋଗାଯୋଗରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । 300KHz



- 3 MHz ର ମଧ୍ୟମ ଆବୃତ୍ତି ତରଙ୍ଗ ଅଧିକାଂଶ ଆୟନ ମଣ୍ଡଳରେ ଶୋଷିତ ହୋଇଯାଏ । 3-30 MHz ର ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିର ତରଙ୍ଗ କିନ୍ତୁ ଆୟନ ମଣ୍ଡଳ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ । VHF ଓ UHF ତରଙ୍ଗକୁ ଅତି ଉଚ୍ଚ ଟାୱାର (ମହାକାଶ ତରଙ୍ଗ ବା କ୍ଷୋଭ ମଣ୍ଡଳୀୟ ପ୍ରସାରଣ) ବ୍ୟବହାର କରି ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ଦୃଷ୍ଟି ରେଖା ଦ୍ୱାରା ଅଥବା କୃତ୍ରିମ ଉପଗ୍ରହକୁ ପଠାଇ ଓ ସେଠାରୁ ପ୍ରସାରଣ ଦ୍ୱାରା ସଂଚରଣ କରାଯାଏ ।

1 ସେଲୁଲାର ବା ମୋବାଇଲ ଟେଲିଫୋନ୍ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଗୋଟିଏ ରେଡ଼ିଓ ନେଟୱାର୍କ ପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରେ, ଯେଉଁଥିରେ ଗୋଟିଏ ସହରକୁ । 1 Km ରୁ 50 km ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ସେଲରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇଥାଏ ଓ ପ୍ରତ୍ୟେକ ସେଲ ଗୋଟିଏ ମୂଳକେନ୍ଦ୍ରର ଅଧୀନରେ ଥାଏ ।ସେଲୁଲାର ଫୋନରେ କମ-ଶକ୍ତିର ଗୋଟିଏ ଟ୍ରାନ୍ସମିଟର ଓ ରିସିଭର ଥାଏ ।

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ସୁଦୂର ରେଡ଼ିଓ ପ୍ରସାରଣ କ୍ଷୁଦ୍ର ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଏ । ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର ।

2. ସୁଦୂର ଟିଭି ପ୍ରସାରଣ ପାଇଁ ଉପଗ୍ରହ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଯଥାର୍ଥତା ପ୍ରତିପାଦନ କର ।

3. ଗୋଟିଏ ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁର କ୍ରୋଡ଼ 1.51 ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କର ଗୋଟିଏ କାଚରେ ତିଆରି ଓ ପରିନିଧାନର ପ୍ରତିସରଣାଙ୍କ 1.49 । ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ପ୍ରତିଫଳନର ସଙ୍କଟକୋଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

4. ପାର୍ସୋନାଲ କମ୍ପ୍ୟୁଟରଗୁଡ଼ିକର ଏକ ଆଞ୍ଚଳିକ ନେଟୱାର୍କ ତିଆରି କରିବାର ସୁବିଧାଗୁଡ଼ିକର ଗୋଟିଏ ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କର ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ଉତ୍ତର

33.2

2.(a) (iv) (b) (iv)

ଅନ୍ତିମ ପ୍ରଶ୍ନ

3. $\sin^{-1}(n_2/n_1) = 80.66^0$