ଟିପ୍ପଣୀ

1

ଏକକ, ବିମିତି ଓ ସଦିଶ ରାଶି

(UNITS, DIMENSIONS AND VECTOR)

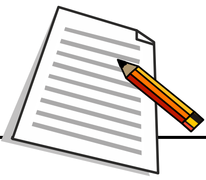
ବିଜ୍ଞାନରେ, ବିଶେଷତଃ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ମାପନଗୁଡ଼ିକ ଯଥା ସମ୍ଭବ ନିର୍ଭୁଲ କରିବା ନିମିତ୍ତ ଚେଷ୍ଟା କରାଯାଏ । ବିଜ୍ଞାନର ଇତିହାସରେ ନିର୍ଭୁଲ୍ ମାପ ଯୋଗୁଁ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ନୂତନ ଆବିଷ୍କାର ତଥା ମହତ୍ତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବିକାଶ ସମ୍ଭବ ହୋଇ ପାରିଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ମାପ କିଛି ନା କିଛି ଏକକ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ତୁମ କୋଠରୀର ଲମ୍ବ ମାପିବାକୁ ହେଲେ ଏହାକୁ ଏକ ଉପଯୁକ୍ତ ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରିବାକୁ ପଡ଼େ । ସେହିପରି, ଦୁଇଟି ଘଟଣା ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମୟକୁ ମାପିବାକୁ ହେଲେ ଏହାକୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରିବାକୁ ପଡ଼େ । କିଛି ଭୌତିକ ରାଶିର ଏକକକୁ ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ମାନ ଦ୍ୱାରା ସ୍ଥିରୀକୃତ ମୌଳିକ ଏକକମାନଙ୍କ ସମନ୍ୱୟରେ ପ୍ରକାଶ କରି ନୂତନ ଏକକଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଏ । ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ, ମୂଳ ଏକକ ଗୁଡ଼ିକର ଧାରଣାରୁ ହିଁ ବିମିତିଗୁଡ଼ିକର ଧାରଣା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି ଯାହାର ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ବିଶେଷ ପ୍ରୟୋଗ ରହିଅଛି ।

ଏଠାରେ ତୁମେ ପଢ଼ିବ ଯେ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ସାଧାରଣତଃ ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ଶ୍ରେଣୀରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇ ପାରେ - (i) ଅଦିଶ ରାଶି (Scalars) (ii) ସଦିଶ ରାଶି (Vectors) ଅଦିଶ ରାଶି ଗୁଡ଼ିକର କେବଳ ପରିମାଣ ଥିବାବେଳେ ସଦିଶ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ପରିମାଣ ସହିତ ଦିଗ ମଧ୍ୟ ରହିଥାଏ । ସଦିଶ ରାଶିଗୁଡ଼ିକ ଗାଣିତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅଦିଶ ରାଶିଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ଗାଣିତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଠାରୁ ଅନେକ ମାତ୍ରାରେ ପୃଥକ୍ । ଅଦିଶ ଓ ସଦିଶ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ପରିକଳ୍ପନା ଅନେକ ପ୍ରାକୃତିକ ଘଟଣାବଳିଗୁଡ଼ିକର ପଛରେ ରହିଥିବା ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ତତ୍ତ୍ୱ ବୁଝିବାରେ ସହାୟକ ହୁଏ । ଏହି ପାଠ୍ୟକ୍ରମରେ ତୁମେ ତାହା ଅନୁଭବ କରିବ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ପାଠର ଅଧ୍ୟୟନ ପରେ ତୁମେ:

- *ମୌଳିକ ରାଶି ଓ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ ରାଶିମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ବୁଝିପାରିବ ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକର ଏସ୍.ଆଇ. (S.I) ଏକକ ଲେଖି ପାରିବ;*
- *ବିଭିନ୍ନ ଭୌତିକ ରାଶିମାନଙ୍କର ବିମିତି ଲେଖି ପାରିବ;*
- *ବିମିତୀୟ ବିଶ୍ଳେଷଣ ଦ୍ୱାରା ସମୀକରଣଗୁଡ଼ିକର ନିର୍ଭୁଲତା ପରୀକ୍ଷା କରିପାରିବ ଏବଂ ଅଜ୍ଞାତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ବିମିତୀୟ ପ୍ରକୃତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରିବ;*
- *ଅଦିଶ ଓ ସଦିଶ ରାଶି ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଇ ପାରିବ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକର ଉଦାହରଣ ଦେଇ ପାରିବ;*
- *ଦୁଇଟି ସଦିଶ ରାଶିର ଯୋଗ ଓ ବିୟୋଗ କରିପାରିବ ଏବଂ ଏକ ସଦିଶ ରାଶିକୁ ତାହାର ଉପାଂଶମାନଙ୍କରେ ବିଭକ୍ତ କରି ପାରିବ;*
- *ଦୁଇଟି ସଦିଶ ରାଶିର ଗୁଣଫଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ପାରିବ ।*



ଟିପ୍ପଣୀ

1.1 ମାପର ଏକକ (Unit of Measurement)

ଲମ୍ବ, ବେଗ, ସମୟ, ବଳ, ଆୟତନ, ବିଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତ ଇତ୍ୟାଦି ଭୌତିକ ରାଶିମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ନିୟମ (laws) ଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକର ମାପନ ପାଇଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭୌତିକ ରାଶି ନିମିତ୍ତ କିଛି ଏକକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଇଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ସମୟକୁ ମିନିଟ୍, ଘଣ୍ଟା କିମ୍ବା ଦିନରେ ମାପ କରାଯାଇପାରେ । କିନ୍ତୁ ବ୍ୟକ୍ତି, ବ୍ୟକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଯଥାର୍ଥ ଯୋଗାଯୋଗ ପାଇଁ ଏହି ଏକକ ସମସ୍ତଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଗ୍ରହଣୀୟ ଏକ ମାନକ (standard) ଏକକ ସହିତ ତୁଳନୀୟ ହେବା ଏକାନ୍ତ ଆବଶ୍ୟକ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଆମେ ଯେତେବେଳେ କହୁ ଯେ ମୁମ୍ବାଇ ଓ କୋଲକତା ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ପ୍ରାୟ 2000 କିଲୋମିଟର, ସେତେବେଳେ ତୁଳନା ପାଇଁ ଏକ ମୌଳିକ ଏକକ, କିଲୋମିଟର (km) ଆମ ମନରେ ରହିଥାଏ । ଅନ୍ୟ ଯେଉଁ ଏକକ ତୁମେ ପ୍ରାୟ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଅ, ତାହା ହେଉଛି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପାଇଁ କିଲୋଗ୍ରାମ (kg) ଏବଂ ସମୟ ପାଇଁ ସେକେଣ୍ଡ (s) । ଏହା ଏକାନ୍ତ ଆବଶ୍ୟକ ଯେ ମାନକ ଏକକ ସମସ୍ତଙ୍କର ସହମତିରେ ସ୍ଥିର କରାଯିବା ଉଚିତ । ତେବେ ହିଁ 100 କି.ମି. କିମ୍ବା 10 କି.ଗ୍ରା. କିମ୍ବା 10 ଘଣ୍ଟା କହିଲେ ତାହା ଅନ୍ୟମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ବୋଧଗମ୍ୟ ହେବ । ବିଜ୍ଞାନରେ ମୌଳିକ ଏକକଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ସହମତି ସର୍ବାଦୌ ଆବଶ୍ୟକ, ଅନ୍ୟଥା ପୃଥିବୀର ଗୋଟିଏ ଅଞ୍ଚଳର ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଅନ୍ୟ ଏକ ଅଞ୍ଚଳର ବୈଜ୍ଞାନିକମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଗବେଷଣା-ଲବ୍ଧ ଫଳାଫଳ ବୁଝିପାରିବେ ନାହିଁ ।

ମନେକର ଜଳରେ ଏକ ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥର ଦ୍ରବଣୀୟତା ବିଷୟରେ ତୁମେ କିଛି ପରୀକ୍ଷା କରୁଛ । ଯଦି ତୁମେ ପଦାର୍ଥଟିର ଓଜନ ତୋଳାରେ ପ୍ରକାଶ କର ଏବଂ ତାହାକୁ କେତେ କପ୍ ଜଳରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ କରି ଏହାର ଦ୍ରବଣୀୟତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ତେବେ ତୁମର ଜାପାନୀ ବଂଧୁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ତାହା ବୁଝି ପାରିବେ କି ?

ଏହାର କାରଣ ହେଉଛି ତୁମର ଜାପାନୀ ବନ୍ଧୁ ତୋଳା କିମ୍ବା ତୁମେ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା କପ୍‌ର ଆୟତନ ସହିତ ଅଭ୍ୟସ୍ତ ନୁହଁନ୍ତି, ଯେହେତୁ ଏଗୁଡ଼ିକ ମାନକ ଏକକ ନୁହଁନ୍ତି । ଏଥିରୁ ତୁମେ ବୁଝି ପାରୁଥିବ ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ସ୍ତରରେ ମାନକ ଏକକର ଆବଶ୍ୟକତା କେତେ ବେଶୀ ?

ମନେରଖ ଯେ ବିଜ୍ଞାନରେ ଏକ ପରୀକ୍ଷଣର ଫଳାଫଳ ସେତେବେଳେ ସିଦ୍ଧ ହୁଏ ଯେତେବେଳେ ସେହି ଏକା ପରିସ୍ଥିତିରେ ଅନ୍ୟତ୍ର ସେହିପରି ଏକ ପରୀକ୍ଷଣରୁ ସମାନ ଫଳାଫଳ ମିଳିଥାଏ ।

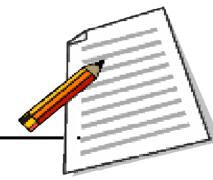
ଭାରତୀୟ ପରମ୍ପରାରେ ମାପ

ପ୍ରାଚୀନ କାଳରୁ ହିଁ ଭାରତରେ ଯଥାଯଥ ମାପନ ପ୍ରଣାଳୀ ଅନୁସୃତ ହୋଇ ଆସୁଛି । ମନୁସ୍ମୃତିର ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉଦ୍ଧୃତିରୁ ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ହୁଏ :

"ରାଜା ପ୍ରତି ଛ'ମାସରେ ବଟକରା (Weights) ଏବଂ ଦଣ୍ଡି (balance) ଯାଞ୍ଚ କରି ସୁନିଶ୍ଚିତ ହେବା ଉଚିତ ଯେ ଦ୍ରବ୍ୟ ଗୁଡ଼କର ମାପନ ପ୍ରଣାଳୀ ଯଥାର୍ଥ ଏବଂ ଏଥିରେ ତାଙ୍କର ମୋହର ନିଶ୍ଚୟ ରହିଥିବ ।"

ମନୁସ୍ମୃତି, ଅଷ୍ଟମ ଅଧ୍ୟାୟ । ଶ୍ଳୋକ - 403

ହରପ୍ପା ସଭ୍ୟତା ସମୟରେ ଯଥାଯଥ ମାପର ବ୍ୟବହାର ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଚୁର ସଙ୍କେତ ରହିଛି । ସମାନ ଓସାରଥିବା ରାସ୍ତା, 4 : 2 : 1 ଅନୁସାରେ ଗଢ଼ାଯାଇଥିବା ଇଟା, ଲୋଥାଲବରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ହାତୀଦାନ୍ତର ସ୍କେଲ୍ ଯେଉଁଥିରେ ସର୍ବନିମ୍ନ ମାପ ହେଉଛି 1.70m, ଷଟ୍ ପାର୍ଶ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 ଏବଂ 500 ଏକକ ବିଶିଷ୍ଟ (1 ଏକକ = 20 ଗ୍ରାମ୍) ଓଜନ ଇତ୍ୟାଦି ଏହି ସଂକେତ ବହନ କରନ୍ତି ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ମୌର୍ଯ୍ୟ ଶାସନ କାଳରେ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ନିମ୍ନଲିଖିତ ଏକକ ଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରଚଳନ ଥିଲା ।

8 ପରମାଣୁ = 1 ରଜଃକଣ

8 ରଜଃକଣ = 1 ଲକ୍ଷା

8 ଲକ୍ଷା = 1 ଯୁକମାଧ

8 ଯୁକମାଧ୍ୟ = 1 ଯବମାଧ୍ୟ

8 ଯବମାଧ୍ୟ = 1 ଅଙ୍ଗୁଳ

8 ଅଙ୍ଗୁଳ = 1 ଧନୁମୁଷ୍ଟି

ମୋଗଲ ଶାସନକାଳରେ, ଶେରଶାହ ଓ ଆକବର ଓଜନ ଓ ମାପ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମାନତା ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା କରିଥିଲେ । ଆକବର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମାପିବା ପାଇଁ 41 ଅଙ୍ଗୁଳର ଗଜ ଆରମ୍ଭ କରିଥିଲେ । ଜମିର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ମାପିବା ନିମିତ୍ତ ବିଘା ଏକକ ପ୍ରଚଳନ କରିଥିଲେ । (1 ବିଘା = 60 ଗଜ × 60 ଗଜ)

ଆୟୁର୍ବେଦରେ ମଧ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଆୟତନ ମାପ ପାଇଁ ଏକକର ସ୍ୱଷ୍ଟ ଉଲ୍ଲେଖ ରହିଅଛି ।

1.1.1 S.I. ଏକକ :

ସମସ୍ତଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଗ୍ରହଣୀୟ ଏକକର ଆବଶ୍ୟକତାକୁ ଦୃଷ୍ଟିରଖି, 1971 ମସିହାରେ ଅନୁଷ୍ଠିତ ଓଜନ ଓ ମାପ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଚତୁର୍ଦ୍ଦଶ ସାଧାରଣ ସମ୍ମିଳନୀ (14th General Conference) ସାତଟି ଏକକକୁ ମୂଳ ବା ମୌଳିକ ଏକକ (fundamental units) ଭାବେ ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ଏହି ଏକକ ସବୁକୁ ନେଇ S.I. ଏକକ ପଦ୍ଧତିର ବା ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ଏକକ ପଦ୍ଧତିର ସୃଷ୍ଟି । SI ପଦ୍ଧତି Systeme International d' Unite's ବା ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ଏକକ ପଦ୍ଧତିର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ନାମ ଅଟେ । ଏହି ପଦ୍ଧତିକୁ ସାଧାରଣତଃ ମେଟ୍ରିକ ପଦ୍ଧତି (metric system)କହନ୍ତି । ସାରଣୀ 1.1 ରେ SI ଏକକ ଓ ସେଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତୀକ (symbol) ଦିଆଯାଇଅଛି ।

ସାରଣୀ 1.1 ମୌଳିକ SI ଏକକ

ରାଶି (Quantity)	ଏକକ (Units)	ପ୍ରତୀକ (Symbol)
ଲମ୍ବ (Length)	ମିଟର (metre)	m
ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Mass)	କିଲୋଗ୍ରାମ୍ (kilogram)	kg
ସମୟ (time)	ସେକେଣ୍ଡ୍ (second)	s
ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ (electric current)	ଆମ୍ପିୟର୍ (ampere)	A
ତାପମାତ୍ରା (temperature)	କେଲ୍‌ଭିନ୍ (kelvin)	K
ଜ୍ୟୋତି ତୀବ୍ରତା (luminous intensity)	କାଣ୍ଡେଲା (candela)	cd
ପଦାର୍ଥର ପରିମାଣ (amount of substance)	ମୋଲ୍ (mole)	mol

ଭାରତ ତଥା ଅନ୍ୟ କେତେକ ଦେଶରେ ମାଇଲ୍ (mile), ଗଜ (yard) ଓ ଫୁଟ୍ (foot) କୁ ଲମ୍ବର ଏକକ ରୂପେ ଏବେ ବି ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଛି । କିନ୍ତୁ **ବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ କାର୍ଯ୍ୟରେ ସର୍ବଦା SI ଏକକ ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।**

ଉଲ୍ଲେଖଯୋଗ୍ୟ ଯେ SI ପଦ୍ଧତି ହିଁ ମେଟ୍ରିକ୍ ପଦ୍ଧତି । ଏହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରିବା ସହଜ, କାରଣ ଏଥିରେ କ୍ଷୁଦ୍ରତର ଓ ବୃହତ୍ତର ଏକକ ଗୁଡ଼ିକୁ ସର୍ବଦା ମୌଳିକ ଏକକର ଦଶ ଅନୁଗୁଣକ (submultiples) କିମ୍ବା

ଟିପ୍ପଣୀ

ସାରଣୀ 1.3 (Table 1.3)

କେତେକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣକ୍ରମ

(Order of Magnitude of some masses)

ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Mass)	କି.ଗ୍ରା. (kg.)
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ (Electron)	10^{-30}
ପ୍ରୋଟନ୍ (Proton)	10^{-27}
ଏମିନୋ ଏସିଡ୍ (Amino acid)	10^{-25}
ହେମୋଗ୍ଲୋବିନ୍ (Hemoglobin)	10^{-22}
ଫ୍ଲୁଭାଇରସ୍ (Flu Virus)	10^{-19}
ବଡ଼ ଏମିବା (Giant Amoeba)	10^{-18}
ବର୍ଷା ବିନ୍ଦୁ (Rain Drop)	10^{-6}
ପିମ୍ପୁଡ଼ି (Ant)	10^{-2}
ମନୁଷ୍ୟ (Human being)	10^{2}
ସ୍ୟାଟର୍ଣ୍ଣ5 ରକେଟ୍ (Saturn 5 rocket)	10^{6}
ପିରାମିଡ୍ (Pyramid)	10^{10}
ପୃଥିବୀ (Earth)	10^{24}
ସୂର୍ଯ୍ୟ (Sun)	10^{30}
ମିଲ୍‌କିଓ୍ୱେ ଗାଲାକ୍ସି (Milkway Galaxy)	10^{41}
ବିଶ୍ୱ (Universe)	10^{52}

ଦଶଗୁଣକ (multiples) ହିସାବରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ଏହି ଗୁଣକ ଓ ଅନୁଗୁଣକଗୁଡ଼ିକର ବିଶେଷ ନାମକରଣ କରାଯାଇଛି । ଏହା ସାରଣୀ 1.2 ରେ ସନ୍ନିବେଶିତ ହୋଇଛି ।

ସାରଣୀ 1.2 ଦଶର ଘାତ ଗୁଡ଼ିକର ପୂର୍ବଲଗ୍ନ

(Table 1.2) (Prefixes Powers of ten)

ଦଶର ଘାତ (Power of ten)	ପୂର୍ବଲଗ୍ନ (Prefix)	ପ୍ରତୀକ (Symbol)	ଉଦାହରଣ	ପ୍ରତୀକ
10^{-8}	ଏଟୋ (atto)	a	ଏଟୋମିଟର (attometre)	am
10^{-15}	ଫେମ୍‌ଟୋ (femto)	f	ଫେମ୍‌ଟୋମିଟର (femtometre)	fm
10^{-12}	ପିକୋ (pica)	p	ପିକୋଫାରାଡ୍ (picafarad)	pF
10^{-9}	ନାନୋ (nano)	n	ନାନୋମିଟର (nanometre)	nm
10^{-6}	ମାଇକ୍ରୋ (micro)	r	ମାଇକ୍ରନ୍ (micron)	rm
10^{-3}	ମିଲି (milli)	m	ମିଲିଗ୍ରାମ୍ (miligram)	mg
10^{-2}	ସେଣ୍ଟି (centi)	c	ସେଣ୍ଟିମିଟର (centimetre)	cm
10^{-1}	ଡେସି (dici)	d	ଡେସିମିଟର (decimetre)	dm
10^{-1}	ଡେକା (daca)	da	ଡେକାଗ୍ରାମ୍ (decagram)	dag
10^{-2}	ହକ୍ଟୋ (hecto)	h	ହେକ୍ଟୋମିଟର (hectometer)	(hm)
10^{-3}	କିଲୋ (kilo)	k	କିଲୋଗ୍ରାମ୍ (kilogram)	(kg)
10^{6}	ମେଗା (maga)	M	ମେଗାଓ୍ୱାଟ୍ (megawatt)	MW
10^{9}	ଗିଗା (giga)	G	ଗିଗାହର୍ଜ (gigaherts)	GHz
10^{12}	ଟେରା (tera)	T	ଟେରା ହର୍ଜ (terahertz)	THz
10^{15}	ପେଟା (peta)	P	ପେଟାକିଲୋଗ୍ରାମ୍ (petakilogram)	Pkg
10^{18}	ଏକ୍ସା (exa)	E	ଏକ୍ସାକିଲୋଗ୍ରାମ୍ (exakkilogram)	Ekg

ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଆକାର ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଏକ ସ୍ଥୁଳ ଧାରଣା କରିବା ନିମିତ୍ତ ସାରଣୀ 1.3 ଏବଂ ସାରଣୀ 1.4 ଦେଖ । ସେହିପରି ବିଶ୍ୱବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡରେ ଘଟୁଥିବା ଭିନ୍ନ, ଭିନ୍ନ କ୍ରିୟାର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମୟାନ୍ତର ବିଷୟରେ ସାରଣୀ 1.5 ରୁ କିଛି ଅନୁମାନ କରିହେବ ।

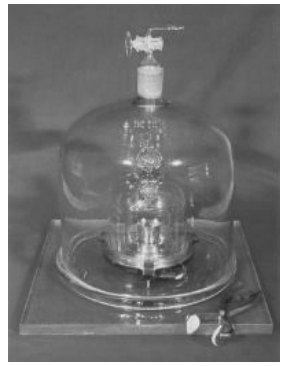
1.1.2 ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ଲମ୍ବ ଓ ସମୟର ମାନକ

ମାପରେ S.I. ପଦ୍ଧତିର ଉପଯୋଗ ସ୍ଥିର କରିବା ପରେ ମୂଳ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମାନକ (standards)ଗୁଡ଼ିକ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ନିଷ୍ପତ୍ତି ନେବା ଏକାନ୍ତ ଆବଶ୍ୟକ । ଏଠାରେ ଆମ୍ଭେମାନେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ଲମ୍ବ ଓ ସମୟର ମାନକଗୁଡ଼ିକ ସଂଜ୍ଞା ନିରୂପଣ କରିବା ।

(i) ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Mass)

ବସ୍ତୁତ୍ୱର SI ଏକକ ହେଉଛି କିଲୋଗ୍ରାମ । ମାନକ କିଲୋଗ୍ରାମ 1887 ମସିହାରେ ସ୍ଥାପିତ ହୋଇଥିଲା । ଏହା ହେଉଛି ପ୍ରାୟ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହୁଥିବା ପ୍ଲାଟିନମ୍ - ଇରିଡିୟମ୍ ମିଶ୍ରଧାତୁ (alloy)ରେ ନିର୍ମିତ ଏକ ସିଲିଣ୍ଡର୍ ବା ସ୍ତମ୍ଭକ । ଫ୍ରାନ୍ସ୍‌ର ପ୍ୟାରିସ୍ ନଗରୀରେ ରହିଥିବା ଇଣ୍ଟର୍ ନ୍ୟାସ୍‌ନାଲ୍ ବ୍ୟୁରୋ ଅଫ ଓ୍ୱେଟ୍ସ୍

ଆଣ୍ଡ୍ ମେଜର୍ସ୍ (International Bureau of weights and measures) ଠାରେ ଏହି ମାନକଟି ରଖାଯାଇଅଛି । ଏହି ମିଶ୍ରଧାତୁରେ ନିର୍ମିତ ଅନୁରୂପ କିଲୋଗ୍ରାମ୍ ପୃଥିବୀର ସମସ୍ତ ଦେଶମାନଙ୍କୁ ବିତରଣ କରାଯାଇଛି । ଭାରତ ପାଇଁ ମିଳିଥିବା ଏହି ମାନକ କିଲୋଗ୍ରାମ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା ହେଉଛି 57 । ନୂଆ ଦିଲ୍ଲୀସ୍ଥିତ ରାଷ୍ଟ୍ରୀୟ ପ୍ରୟୋଗଶାଳା ବା ନ୍ୟାସ୍‌ନାଲ୍ ଫିଜିକାଲ ଲାବୋରେଟରୀ (National Physical Laboratory) ଠାରେ ଏହା ରଖାଯାଇଅଛି (ଚିତ୍ର 1.1) ।



ଚିତ୍ର 1.1: ମାନକ କିଲୋଗ୍ରାମ୍

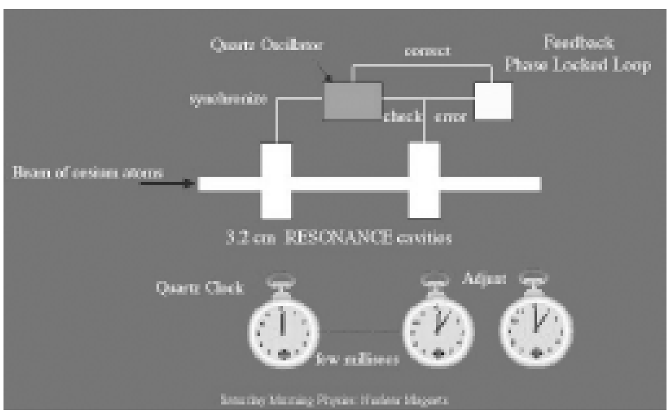
(ii) ଦୈର୍ଘ୍ୟ / ଲମ୍ବ (Length) :

ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବା ଲମ୍ବର SI ଏକକକୁ ମିଟର କହନ୍ତି । କୌଣସି ପ୍ରାକୃତିକ ଘଟଣାର ଆଧାରରେ ଏହାର ସଂଜ୍ଞା ନିରୂପଣ କରାଯାଏ । 1/299792458 ସେକେଣ୍ଡ୍ ସମୟରେ ଆଲୋକ ଶୂନ୍ୟ (Vaccum)ରେ ଯେଉଁ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ ତାହାକୁ ଏକ ମିଟର କୁହାଯାଏ ।

ମିଟରର ଏହି ସଂଜ୍ଞା ଶୂନ୍ୟରେ ଆଲୋକର ବେଗ 299792458 m/s କୁ ଆଧାର କରି ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଛି ।

(iii) ସମୟ (Time) :

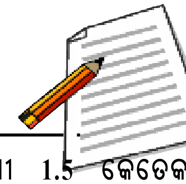
ସିଜିୟମ୍ - 133 ପରମାଣୁ (^{133}CS)ର ମୂଳ ସ୍ଥିତିରେ (in ground state) ଦୁଇଟି ଅତିସୂକ୍ଷ୍ମ ସ୍ତର (hyper-fine levels) ମଧ୍ୟରେ ହେଉଥିବା 9192631770ଟି କମ୍ପନ ନିମିତ୍ତ ଆବଶ୍ୟକ ସମୟ ଅବଧିକୁ ଏକ ସେକେଣ୍ଡ୍ ନାମରେ ନାମିତ କରାଯାଇଛି । ସେକେଣ୍ଡ୍‌ର ଏହି ସଂଜ୍ଞାକୁ ଭିତ୍ତିକରି ପାରମାଣବିକ ଘଣ୍ଟା (Atomic clock)ର ପ୍ରସ୍ତୁତି ସମ୍ଭବ ହୋଇ ପାରିଛି (ଚିତ୍ର 1.2)



ଚିତ୍ର 1.2 : ପାରମାଣବିକ ଘଣ୍ଟା

ଭାରତର ରାଷ୍ଟ୍ରୀୟ ପ୍ରୟୋଗଶାଳା (National Physical Laboratory)ସୁରକ୍ଷିତ ସିଜିୟମ୍ ଘଣ୍ଟାର ଏକ ସେକେଣ୍ଡ୍‌ରେ ଅନିଶ୍ଚିତତା (uncertaintly) ହେଉଛି $\pm 1x10^{-12}s$ ଯାହା ଏକ ପିକୋସେକେଣ୍ଡ୍ ସହିତ ସମାନ ।

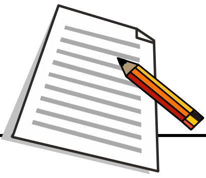
ଏବେ ଘଣ୍ଟା ସବୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଗଲାଣି ଯେଉଁଥିରେ 10^{15} ଭାଗରେ ମାତ୍ର 5 ଭାଗ ଅନିଶ୍ଚିତତା ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏହି ଘଣ୍ଟା 10^{15} ସେକେଣ୍ଡ୍ ଚାଲିଲେ ଏଥିରେ ମାତ୍ର 5 ସେକେଣ୍ଡର ବେଶୀ ବା କମ୍ ସମୟର ତ୍ରୁଟି ଦେଖାଯିବ । ଏହି ସମୟ 10^{15} ସେକେଣ୍ଡ୍‌କୁ ବର୍ଷରେ ପରିଣତ କଲେ ତୁମେ ଜାଣି ଆଶ୍ଚର୍ଯ୍ୟ ହେବ ଯେ ଏହି ଘଣ୍ଟା 60 ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ଚାଲିଲେ ଏଥିରେ ମାତ୍ର 11 ସେକେଣ୍ଡ୍ ତ୍ରୁଟି ପରିଲକ୍ଷିତ ହେବ । ଏହା ମଧ୍ୟ ଶେଷ କଥା ନୁହେଁ । ଏହି ତ୍ରୁଟି ଶୂନ୍ୟତା ଆହୁରି ବୃଦ୍ଧି କରିବା ପାଇଁ ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବେ ଗବେଷଣା ଜାରି ରହିଛି । ଆମେ ଆଶା କରିବା ଏପରି ଏକ ଘଣ୍ଟାର ପ୍ରସ୍ତୁତି ଯାହା 10^{18} ସେକେଣ୍ଡ୍ ଚାଲିଲେ ମଧ୍ୟ ଏଥିରେ ମାତ୍ର



ଟିପ୍ପଣୀ

ସାରଣୀ 1.5 କେତେକ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନର ପରିମାଣକ୍ରମ (Order of magnitude of some time intervals)

ସମୟାନ୍ତର ସେକେଣ୍ଡରେ - (s)	
ଆଲୋକକୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଅତିକ୍ରମ କରିବା ପାଇଁ ଲାଗୁଥିବା ସମୟ	10^{-23}
ଦୃଶ୍ୟମାନ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ	10^{-15}
ମାଇକ୍ରୋୱେଭ୍‌ର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ	10^{-10}
ମ୍ୟୁୟନ୍‌ର ଅର୍ଦ୍ଧଆୟୁକାଳ	10^{-6}
ଉଚ୍ଚତମ ଶ୍ରାବ୍ୟ ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାନ	10^{-4}
ମନୁଷ୍ୟମାନଙ୍କର ହୃତ୍‌ସ୍ପନ୍ଦନର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ	10^{0}
ମୁକ୍ତ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ଅର୍ଦ୍ଧଆୟୁକାଳ	10^{3}
ପୃଥିବୀର ଆବର୍ତ୍ତନ ସମୟ (1 ଦିନ)	10^{5}
ପୃଥିବୀର ପରିକ୍ରମଣ ସମୟ (1 ବର୍ଷ)	19^{7}
ମନୁଷ୍ୟର ହାରାହାରି ଆୟୁ	10^{9}
ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍ - 239 ର ଅର୍ଦ୍ଧ ଆୟୁକାଳ	10^{12}
ପର୍ବତ ଶ୍ରେଣୀର ଜୀବନକାଳ	10^{15}
ପୃଥିବୀର ଆୟୁଷ	10^{17}
ବିଶ୍ୱର ଆୟୁ	10^{18}



ଟିପ୍ପଣୀ

±1ସେକେଣ୍ଡ୍‌ର ତ୍ରୁଟି ଦେଖାଯିବ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏପରି ଏକ ଘଣ୍ଟା ଯଦି ବିଶ୍ୱ ସୃଷ୍ଟି ପ୍ରାରମ୍ଭରେ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ହୋଇଥାଆନ୍ତା ତେବେ ଏପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏଥିରେ ମାତ୍ର ± 2 ସେକେଣ୍ଡ୍‌ର ତ୍ରୁଟି ଦେଖାଯାଇଥାଆନ୍ତା ।

ନୂତନ ଆବିଷ୍କାରମାନଙ୍କରେ ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପନର ଭୂମିକା

ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପନ ଯେ ନୂତନ ଆବିଷ୍କାରରେ ସହାୟକ ହୁଏ ଏହାର ଏକ ଚମତ୍କାର ଉଦାହରଣ ହେଉଛି ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍‌ର ସାନ୍ଦ୍ରତା ମାପିବା ନିମିତ୍ତ ଲର୍ଡ୍ ରାଲେଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା ।

ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷାରେ ଏକ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀ ମଧ୍ୟରେ ଲାଲ ଉତ୍ତପ୍ତ ତମ୍ବା ଉପରେ ଥିବା ତରଳ ଏମୋନିଆ ମଧ୍ୟଦେଇ ବାୟୁର ବୁଦ୍‌ବୁଦ୍ ପ୍ରବେଶ କରାଇଥିଲେ ଏବଂ ଏଥିରୁ ମିଳିଥିବା ଶୁଦ୍ଧ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍‌ର ଘନତ୍ୱ ମାପିଥିଲେ ।

ଅନ୍ୟ ଏକ ପରୀକ୍ଷାରେ ସେ ସିଧାସଳଖ ଲାଲ ଉତ୍ତପ୍ତ ତମ୍ବା ଉପରେ ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇଥିଲେ ଏବଂ ଏଥିରୁ ମିଳିଥିବା ଶୁଦ୍ଧ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍‌ର ଘନତ୍ୱ ମାପିଥିଲେ । ଦ୍ୱିତୀୟ ପରୀକ୍ଷାରେ ମିଳିଥିବା ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍‌ର ସାନ୍ଦ୍ରତା ପ୍ରଥମ ପରୀକ୍ଷାରେ ମିଳିଥିବା ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍‌ର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଠାରୁ . ଅଧିକ ଥିଲା । ଏପରି ପରୀକ୍ଷାରୁ ସେ ସୁରାକ ପାଇଥିଲେ ଯେ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍ ଠାରୁ ଭାରୀ ଅନ୍ୟ କିଛି ଗ୍ୟାସ୍ ବାୟୁରେ ରହିଅଛି । ପରେ ସେ ଆର୍ଗନ୍ ଗ୍ୟାସ୍ (Argon Gas) ଆବିଷ୍କାର କଲେ ଏବଂ ସେଥିପାଇଁ ନୋବେଲ୍ ପୁରସ୍କାର ଲାଭ କରିଥିଲେ ।

ଅନ୍ୟ ଏକ ଉଦାହରଣ ହେଉଛି ମାଇକେଲ୍‌ସନ୍ ଓ ମର୍ଲେ (Michelson and Morley)ଙ୍କର ବିଫଳ ପରୀକ୍ଷା । ମାଇକେଲ୍‌ସନ୍ ଇଣ୍ଟରଫେରୋମିଟର୍ ବ୍ୟବହାର କରି ସେମାନେ ପୃଥିବୀର ଗତିଦିଗରେ ଯାଉଥିବା ଗୋଟିଏ ଏକବର୍ଣ୍ଣୀ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ଓ ଏହାର ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ଦିଗରେ ଯାଉଥିବା ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗର ଅଧ୍ୟାରୋପଣ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ବ୍ୟତିକରଣ ବିନ୍ୟାସ (interference pattern) ରେ ହିସାବରୁ 0.4 ଫ୍ରିଞ୍ଜ୍-ପ୍ରସ୍ଥ ପରିମାଣର ବିସ୍ଥାପନ ଅନୁମାନ କରୁଥିଲେ । ତାଙ୍କ ଯନ୍ତ୍ରଟି ଆଶା କରାଯାଉଥିବା ଫ୍ରିଞ୍ଜ୍ ବିସ୍ଥାପନ ଦର୍ଶାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଇଣ୍ଟର୍ ଫେରୋମିଟର୍ (interferometer) ଠାରୁ 100 ଗୁଣ ଅଧିକ ସଂବେଦନଶୀଳ ଥିଲା । ତଦ୍ୱାରା ସେମାନେ ଇଥର୍ ତୁଳନାରେ ପୃଥିବୀର ଗତି କେତେ ତାହା ମାପିବା ନିମିତ୍ତ ପ୍ରୟାସ କରୁଥିଲେ ଏବଂ ସେଥିରୁ ଇଥରର ସ୍ଥିତି ପ୍ରମାଣ କରିବାକୁ ଚାହୁଁଥିଲେ । କିନ୍ତୁ ତାଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାରେ ଫ୍ରିଞ୍ଜ୍, ବିସ୍ଥାପନର କୌଣସି ସୂଚନା ମିଳିଲା ନାହିଁ । ଫଳତଃ ଏହି ବିପରୀତ ଫଳାଫଳକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବା ପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକଗଣଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଅନେକ ଆଲୋଚନା ହେଲା । ସେଥିରୁ ଲମ୍ବର ସଙ୍କୋଚନ (Length contraction), ସମୟର ବିସ୍ତାରଣ (Time dilation) ଇତ୍ୟାଦିର ଧାରଣା ସୃଷ୍ଟି ହେଲା ଯାହା ଆପେକ୍ଷିକତତ୍ତ୍ୱର ଆବିଷ୍କାର ଦିଗରେ ପଥ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କରିଥିଲା ।

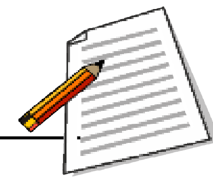
ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରୋସ୍କୋପି (Spectrocopy) ର ଅନେକ ନୂଆ ପ୍ରୟୋଗାତ୍ମକ ପଦ୍ଧତି ବା ଟେକ୍‌ନିକ୍ (technique) ସାହାଯ୍ୟରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ଅନେକ ନୂତନ ଆବିଷ୍କାର ସମ୍ଭବ ହୋଇ ପାରିଥିଲା । ଏହା ଯୋଗୁଁ ଏକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ସୃଷ୍ଟ ନୂତନ ପରମାଣୁମାନଙ୍କର ଅବଶେଷ ସୂକ୍ଷ୍ମତାର ସହିତ ଜାଣି ହୋଇପାରିଲା ।

1.1.3 ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ ମାପକ

ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (mass), ଦୈର୍ଘ୍ୟ (length) ଏବଂ ସମୟ (time) ପରି ତିନିଟି ମୌଳିକ ଏକକର ସଂଜ୍ଞା ପ୍ରଦାନ କରାଯାଇଛି । ଏହି ମୌଳିକ ଏକକଗୁଡ଼ିକର ସଂଯୋଜନ ଦ୍ୱାରା ଅନ୍ୟ ଅନେକ ଭୌତିକ ରାଶିର ଏକକ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ଏକକଗୁଡ଼ିକୁ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ ଏକକ (derived units) କୁହାଯାଏ । ଉଦାହରଣ

ସ୍ୱରୂପ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ସମୟର ଏକକର ସଂଯୋଗ ଆମମାନଙ୍କୁ ଅନ୍ୟ ଦୁଇ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ ଭୌତିକ ରାଶି ବେଗ ଓ ପରିବେଗର ଏକକ ms^{-1} ଦେଇଥାଏ । ଅନ୍ୟ ଏକ ଉଦାହରଣ ହେଉଛି କେବଳ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ବିଭିନ୍ନ ଘାତ ଆମ୍ଭମାନଙ୍କୁ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ (area) ଓ ଆୟତନ (volume)ର ଏକକ ଦେଇଥାଏ ।

ଏହି ଦୁଇ ରାଶି କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଓ ଆୟତନ ଏକକ ଯଥାକ୍ରମେ m^2 ଏବଂ m^3 ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ । ଏଠାରେ ଆମେ ପ୍ରାୟତଃ ଜାଣିଥିବା କେତେକ ଭୌତିକ ରାଶିର ଏକ ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବା ଓ ସେଗୁଡ଼ିକର ଏକକ କିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ଦେଖିବା । କେତେକ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ ଏକକର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ନାମକରଣ କରାଯାଇଛି । ଏପରି କେତେକ ଅତି ସାଧାରଣ ଏକକ ସାରଣୀ 1.6 ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ସାରଣୀ - 1.6

ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ନାମଥିବା କେତେକ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ ଏକକର ଉଦାହରଣ

ଭୌତିକ ରାଶି	ନାମ	ପ୍ରତୀକ	ଏକକର ପ୍ରତୀକ
ବଳ (Force)	ନିଉଟନ୍ (newton)	N	$kg\ ms^{-2}$
ଚାପ (Pressure)	ପାସ୍କାଲ୍ (Pascal)	Pa	Nm^{-2}
ଶକ୍ତି / କାର୍ଯ୍ୟ (Energy/work)	ଜୁଲ୍ (Joule)	J	Nm
ପାୱାର ବା ସାମର୍ଥ୍ୟ (Power)	ୱାଟ୍ (watt)	W	Js^{-1}

SI ଏକକ ପ୍ରଣାଳୀର ଏକ ସୁବିଧା ହେଉଛି ଯେ ସେଗୁଡ଼ିକର ଏକ ସୁସଂହତ ସମୁଚ୍ଚୟ (coherent set) ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇ ପାରେ । କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ଏକକଗୁଡ଼ିକର ଗୁଣଫଳ କିମ୍ବା ହରଣଫଳରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ SI ଏକକ ମିଳିଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ବଳ ଓ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଏକକଗୁଡ଼ିକୁ ଗୁଣିଲେ କାର୍ଯ୍ୟର ଏକକ ନିଉଟନ୍-ମିଟର୍ (Nm) ମିଳେ ଓ ଏହାର ବିଶେଷ ନାମ ହେଉଛି ଜୁଲ୍ (joule) । ଅର୍ଥାତ୍ Nm = J ।

ଏପରି ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ ଏକକ ଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ଲେଖିବା ବେଳେ ମୌଳିକ ଏକକ ଗୁଡ଼ିକର କ୍ରମପ୍ରତି ବିଶେଷ ଧ୍ୟାନ ଦିଆଯିବା ଉଚିତ୍ । ଅର୍ଥାତ୍ କେଉଁ ଏକକଟି ପରେ କେଉଁ ଏକକଟି ଲେଖାଯିବ ତାହା ଜାଣିବା ଜରୁରୀ । ଅନ୍ୟଥା ତାହା ଅନ୍ୟ ଏକ ଭୌତିକ ରାଶିକୁ ସୂଚାଇବ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ Nm ଏହି କ୍ରମରେ ଲେଖାଯିବା ଠିକ୍ । ଭୁଲ୍‌ବଶତଃ ଯଦି କିଏ ଏହାକୁ mN ଲେଖନ୍ତି ଏହାର ଅର୍ଥ ବୁଝାଯିବ ମିଲିନିଉଟନ୍ (milli newton) ଯାହା ହେଉଛି $10^{-3}N$ ।

ମନେରଖ ଯେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ଯେ କୌଣସି ଭୌତିକ ରାଶିକୁ ଏକକ ସହ ଲେଖାଯିବା ଏକାନ୍ତ ଆବଶ୍ୟକ, ଅନ୍ୟଥା ଏହା ଅର୍ଥହୀନ ଏବଂ ଏହାର କୌଣସି ବିଶେଷତ୍ୱ ନ ଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ 1.1

ଶିକ୍ଷକ ଆନନ୍ଦ, ରୀନା ଏବଂ କୈଫ୍‌ଙ୍କୁ ଏକ ବିକର୍‌ରେ ଥିବା ଜଳର ଆୟତନ ମାପିବାକୁ କହିଲେ । ଆନନ୍ଦ ଲେଖିଲା : 200; ରୀନା ଲେଖିଲା : 200 mL ଏବଂ କୈଫ୍ ଲେଖିଲା : 200Lm । ଏହି ତିନୋଟି ଉତ୍ତର ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ଠିକ୍ ?

ସମାଧାନ : ପ୍ରଥମ ଉତ୍ତରରେ କିଛି ଏକକ ନାହିଁ । ଏଣୁ ଏଥିରୁ ଏହା କ'ଣ ବୁଝାଉଛି ଜାଣି ହେବ ନାହିଁ । ତୃତୀୟଟି ମଧ୍ୟ ଠିକ୍ ନୁହେଁ, କାରଣ ଏପରି କୌଣସି ଏକକ ନାହିଁ ଯାହା Lm ରେ ଲଖାଯାଏ । ଦ୍ୱିତୀୟଟି ହିଁ ଠିକ୍ ଉତ୍ତର ଏବଂ ଏହା ମିଲିଲିଟର୍ ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଛି ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ଲକ୍ଷ୍ୟକର : ଏକ ପୁସ୍ତକର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ kg କିମ୍ବା g ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ପାରେ । **ତୁମେ ଗ୍ରାମ୍ ପାଇଁ gm ଲେଖିବା ଠିକ୍ ନୁହେଁ, କାରଣ ଠିକ୍ ପ୍ରତୀକଟି ହେଉଛି g, gm ନୁହେଁ ।**

ନାମ ପଦ୍ଧତି ଓ ପ୍ରତୀକ

(i) ପ୍ରତୀକ ଗୁଡ଼ିକର ଏକକରେ କୌଣସି ବିନ୍ଦୁ (.) ରହିବା ଉଚିତ ନୁହେଁ ଏବଂ ବହୁବଚନରେ ମଧ୍ୟ ଏହା ଠିକ୍ ଏକବଚନରେ ଲେଖା ଯାଉଥିବା ଏକକ ପରି ଲେଖାଯିବା ଠିକ୍ ।

ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଏକ ପେନ୍‌ସିଲ୍‌ର ଲମ୍ବ 7cm ବୋଲି ଲେଖିବା ଉଚିତ, 7 cm. ନୁହେଁ କିମ୍ବା 7 cms. ନୁହେଁ ।

(ii) ଯେଉଁଠି ଗୋଟିଏ ପୂର୍ବଲଗ୍ନ (single prefix) ଉପଲବ୍ଧ ସେଠାରେ ଦୁଇଟି ପୂର୍ବଲଗ୍ନ ବ୍ୟବହାର କରିବା ଉଚିତ ନୁହେଁ, e.g. , ନାନୋସେକେଣ୍ଡ୍ ବା nano second ପାଇଁ ଆମେ ns ଲେଖିବା ଠିକ୍, mms ନୁହେଁ, ପିକୋ ଫାରାଡ୍ ବା picofarad ପାଇଁ pF ଲେଖିବା ଠିକ୍, mmf ନୁହେଁ ।

(iii) ଯଦି କୌଣସି ଏକକର ପ୍ରତୀକ ପୂର୍ବରୁ ପୂର୍ବଲଗ୍ନ ଲେଖାଯାଏ, ସେତେବେଳେ ପୂର୍ବଲଗ୍ନ ଓ ପ୍ରତୀକର ସଂଯୋଗକୁ ଗୋଟିଏ ପ୍ରତୀକ ବୋଲି ବିଚାର କରିବା ଉଚିତ ଏବଂ କୌଣସି ବନ୍ଧନୀ ନ ଦେଇ ଏହାର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ କିମ୍ବା ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଘାତ ଲେଖାଯିବା ଉଚିତ eg. ms^{-1}, cm^2, mA^2,

ଏଠାରେ ($ms^{-1} = 10^{-6}s$) ($10^{-6}s^{-1}$ ନୁହେଁ ।)

(iv) $cm\ s^{-2}$ ପାଇଁ cm/s/s ଲେଖ ନାହିଁ ।

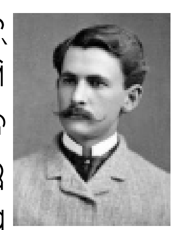
ସେହିପରି 1 ପଏଜ୍ (Poise) = $1gs^{-1}\,cm^{-1}$ ଲେଖାଯାଏ 1g/s/cm ନୁହେଁ ।

(v) ଏକ ବାକ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ଏକକକୁ ପୂର୍ଣ୍ଣଶବ୍ଦରେ ଲେଖିବା ବେଳେ, ଛୋଟ ଅକ୍ଷରରେ ଲେଖିବା ଉଚିତ, ବଡ଼ ଅକ୍ଷରରେ (capital letters) ନୁହେଁ, ଯେପରି 6 hertz, 6 Hertz ନୁହେଁ ।

(vi) ସୁବିଧା ପାଇଁ ବଡ଼ ସଂଖ୍ୟାଟିଏ ଲେଖିବା ବେଳେ ଡାହାଣ ପଟୁ ତିନିଟିକିଆ ସଂଖ୍ୟାର ଗୁଚ୍ଛ (group) ଭାବରେ କମା ବ୍ୟବହାର ନ କରି ଲେଖିବା ଉଚିତ; ଯେପରି 1 523, 1 568 320 ଇତ୍ୟାଦି ।

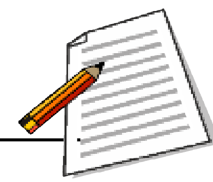
ଆଲ୍‌ବର୍ଟ ଆବ୍ରାହମ୍ ମାଇକେଲ୍‌ସନ୍ (Albert Abraham Michelson)

(1852 - 1931)



ଜର୍ମାନ୍ - ଆମେରିକୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ, ଉଦ୍ଭାବକ ଏବଂ ପ୍ରୟୋଗକର୍ତ୍ତା ମାଇକେଲ୍‌ସନ୍ ଇଣ୍ଟରଫେରୋମିଟର ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଥିଲେ ଏବଂ ଏହା ସାହାଯ୍ୟରେ ମର୍ଲେଙ୍କ ସହିତ ମିଶି ଇଥର୍ ସହିତ ପୃଥିବୀର ଆପେକ୍ଷିକ ଗତି ଜାଣିବା ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା କରି ଅସଫଳ ହୋଇଥିଲେ । ତଥାପି ଏହି ଅସଫଳ ପରୀକ୍ଷା ବିଜ୍ଞାନ ଜଗତର ସମସ୍ତ ପୁରାତନ ତତ୍ତ୍ୱ ଗୁଡ଼ିକର ପୁନର୍ବିଚାର କରିବା ପାଇଁ ଆଲୋଡ଼ନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥିଲା ଏବଂ ଫଳ ସ୍ୱରୂପ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ଜଗତର ଏକ ନୂତନ ସୃଷ୍ଟି ନିମିତ୍ତ ପଥ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥିଲା ।

ବାହ୍ୟ ଦର୍ପଣ ଯୋଗ କରି ସେ ଦୂରବୀକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକର ବିଭେଦନ କ୍ଷମତା ବୃଦ୍ଧି କରିବା ପାଇଁ ଟେକ୍‌ନିକ୍ (ବା ଯାନ୍ତ୍ରିକ ପଦ୍ଧତି) ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କର ତାରକୀୟ ଇଣ୍ଟରଫେରୋମିଟର୍ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ମାଧ୍ୟମରେ ସେ ତାରକାମାନଙ୍କ ସମ୍ବନ୍ଧରେ କେତେକ ଶୁଦ୍ଧ ମାପନ କରି ପାରିଥିଲେ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ଏବେ ତୁମେ କେତେ ଆଗେଇଛ ତାହା ପରୀକ୍ଷା କରିବାର ସମୟ । ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ ସମାଧାନ କର । ଯଦି କିଛି ଅସୁବିଧା ହୁଏ ପ୍ରତି ପାଠର ଶେଷରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଉତ୍ତରଗୁଡ଼ିକ ସହ ତୁମ ଉତ୍ତର ମିଳାଇ ଦେଖ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 1.1

1. ସୂର୍ଯ୍ୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 2×10^{30} kg ଅଟେ । ଏକ ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 2×10^{-27} kg ଅଟେ । ସୂର୍ଯ୍ୟ କେବଳ ପ୍ରୋଟନ୍‌ରେ ତିଆରି ହୋଇଛି ମନେକରି ସୂର୍ଯ୍ୟରେ କେତୋଟି ପ୍ରୋଟନ୍ ରହିଛି କଳନା କର ।

   ....

2. ପୂର୍ବେ ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଆଙ୍ଗ୍‌ଷ୍ଟ୍ରମ୍‌ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥିଲା । ଏକ ଆଙ୍ଗ୍‌ଷ୍ଟ୍ରମ୍ ହେଉଛି 10^{-8} cm । ଏବେ ଏହି ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନାନୋମିଟର୍‌ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଉଛି । କେତୋଟି ଆଙ୍ଗ୍‌ଷ୍ଟ୍ରମ୍‌ରେ ଏକ ନାନୋମିଟର୍ ହୁଏ ?

   ....

3. ଏକ ବେତାର କେନ୍ଦ୍ରରୁ 1370 kHz ଆବୃତ୍ତିରେ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ । ଏହି ଆବୃତ୍ତକୁ GHz ରେ ପ୍ରକାଶ କର ।

   ....

4. ଏକ ଡେକାମିଟର୍‌ରେ କେତୋଟି ଡେସିମିଟର୍ ରହିଛି ? ଏକ GW ରେ କେତୋଟି MW ରହିଛି ?

   ....

1.2 ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ବିମିତି (Dimensions of Physical Quantities)

ଏହି ପାଠ୍ୟକ୍ରମରେ ତୁମେ ଯେଉଁ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟ ପଢ଼ିବ ସେଗୁଡ଼ିକ ମୁଖ୍ୟତଃ ପାଞ୍ଚଟି ମୌଳିକ ବିମିତିରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ପାରେ । ବସ୍ତୁତ୍ୱ (M), ଲମ୍ବ (L), ସମୟ (T), ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ (I) ଏବଂ ତାପମାତ୍ରା (q) । ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବିଦ୍ୟା ବା ମେକାନିକ୍‌ସ୍ (Mechanics) ରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ଲମ୍ବ ଓ ସମୟ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ରାଶି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ପାରୁଥିବାରୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ପାଇଁ ଏହି ତିନୋଟି ରାଶିର ବିମିତି ଦ୍ୱାରା ଆବଶ୍ୟକ ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ରାଶି ପ୍ରକାଶ କରିବା ଯଥେଷ୍ଟ । M, L ଓ T ର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଘାତର ସଂଯୋଗରେ କିପରି ବିଭିନ୍ନ ଭୌତିକରାଶିଗୁଡ଼ିକର ବିମିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ହୁଏ, ତାହା ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉଦାହରଣ ଗୁଡ଼ିକରୁ ବୁଝିହେବ ।

(i) ଆୟତନ ଲମ୍ବର ତିନୋଟି ମାପ ଆବଶ୍ୟକ କରେ । ତେଣୁ ଏହା ଲମ୍ବର ତିନୋଟି ବିମିତି ଦ୍ୱାରା ଅର୍ଥାତ୍ L^3 ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ପାରେ ।

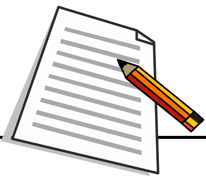
(ii) ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଆୟତନରେ ଭାଗ କଲେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ମିଳେ । ଏଣୁ ଏହାର ବିମିତୀୟ ସୂତ୍ର ହେଉଛି ML^{-3} ।

(iii) ଏକକ ସମୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତାକୁ ବେଗ କହନ୍ତି କିମ୍ବା ଏହା ହେଉଛି ସମୟ ଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଭାଗ କରିବାର ଭାଗଫଳ । ତେଣୁ ଏହାର ବିମିତୀୟ ସୂତ୍ର ହେବ LT^{-1} ।

(iv) ତ୍ୱରଣ ହେଉଛି ଏକକ ସମୟ ପ୍ରତି ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନର ହାର ଅର୍ଥାତ୍ (ଦୈର୍ଘ୍ୟ / ସମୟ) / ସମୟ । ତେଣୁ ଏହାର ବିମିତି ହେବ LT^{-2} ।

(v) ବଳ ହେଉଛି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ତ୍ୱରଣର ଗୁଣଫଳ । ତେଣୁ ଏହାର ବିମିତିକୁ MLT^{-2} ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

ଏହିପରି ବିଚାର ଦ୍ୱାରା ଆମ୍ଭେମାନେ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ବିମିତି ଲେଖି ପାରିବା ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଯେ ଭୌତିକରାଶି ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ସଂଖ୍ୟାଗୁଡ଼ିକର ବିମିତୀୟ ସୂତ୍ର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାରେ କୌଣସି ବିଶେଷତ୍ୱ ନଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଯଦି x ର ବିମିତି L , ତେବେ 3x ର ବିମିତି ମଧ୍ୟ L ।

ସଂବେଗ (momentum) ର ବିମିତି ଲେଖ ଯେଉଁଠି ସଂବେଗ ହେଉଛି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ପରିବେଗର ଗୁଣଫଳ; ସେହିପରି କାର୍ଯ୍ୟର ବିମିତି ଲେଖ ଯେଉଁଠି କାର୍ଯ୍ୟ ହେଉଛି ବଳ ଓ ବିସ୍ଥାପନର ଗୁଣଫଳ ।

ମନେରଖ, ବିମିତି ଓ ଏକକ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ନୁହଁନ୍ତି । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ବେଗକୁ ms^{-1} ଏକକରେ ମାପ କରାଯାଇପାରେ କିମ୍ବା କିଲୋମିଟର ପ୍ରତି ଘଣ୍ଟା (kilometer / hour)ରେ ମଧ୍ୟ ମାପ କରାଯାଇପାରେ, କିନ୍ତୁ ଏହାର ବିମିତି ପ୍ରତିକ୍ଷେତ୍ରରେ ହେଉଛି ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ସମୟର ଭାଗଫଳ ବା LT^{-1} ।

କୌଣସି ଏକ ଭୌତିକ ରାଶି କିମ୍ବା କେତେକ ଭୌତିକ ରାଶିର ସଂଯୋଗ ଗୁଡ଼ିକର ବିମିତି ଯାଞ୍ଚ କରିବା ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ **ବିମିତୀୟ ବିଶ୍ଳେଷଣ** (dimensional analysis) କହନ୍ତି । ବିମିତୀୟ ବିଶ୍ଳେଷଣର ଏକ ପ୍ରଧାନ ନିୟମ ହେଲା, **ଏକ ସମୀକରଣର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭୌତିକ ପଦର ବିମିତି ସମାନ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।**

ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଯଦି $x = p + q$ ହୁଏ, ତେବେ p ଓ q ର ବିମିତି x ର ବିମିତି ସହ ସମାନ ହେବ । ଏହା ଦ୍ୱାରା କୌଣସି ସମୀକରଣର ନିର୍ଭୁଲତା ଯାଞ୍ଚ ହୁଏ କିମ୍ବା ସମୀକରଣ ବ୍ୟବହାର କରି ଏକ ରାଶିର ବିମିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହୁଏ । ନିମ୍ନ ଉଦାହରଣଗୁଡ଼ିକ ବିମିତୀୟ ବିଶ୍ଳେଷଣର ନମୁନା ଭାବରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଉଦାହରଣ 1.2

ତୁମେ ଜାଣ ଯେ m ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ କଣିକାର ଗତିଜ ଶକ୍ତି $\frac{1}{2}mu^2$ ଏବଂ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି mgh ଯେଉଁଠି u ହେଉଛି କଣିକାଟିର ପରିବେଗ, h ହେଉଛି ଭୂମି ପଡ଼ନରୁ ଏହାର ଉଚ୍ଚତା ଏବଂ g ହେଉଛି ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ । ଯେହେତୁ ଉଭୟ ବ୍ୟଞ୍ଜକ (expression) ସମାନ ଭୌତିକ ରାଶି "ଶକ୍ତି"କୁ ଅଭିବ୍ୟକ୍ତ କରନ୍ତି, ସେଗୁଡ଼ିକର ବିମିତି ନିଶ୍ଚୟ ସମାନ ହେବ । ବ୍ୟଞ୍ଜକଦ୍ୱୟର ବିମିତି ଲେଖି ତାହା ପ୍ରମାଣ କରି ହେଉଛି କି ନା, ଆମେ ଦେଖିବା ।

ସମାଧାନ : $\frac{1}{2}mu^2$ ର ବିମିତି ହେବ $M(LT^{-1})^2$ ବା ML^2T^{-2} (ଏଠାରେ ମନେପକାଅ ଯେ ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ଗୁଣକ ଗୁଡ଼ିକର କୌଣସି ବିମିତି ନାହିଁ ।) mgh ର ବିମିତି ହେଉଛି $M.LT^2.L$ ବା ML^2T^{-2} । ଯେହେତୁ ଉଭୟ ବ୍ୟଞ୍ଜକର ବିମିତି ସମାନ, ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଏକ ଭୌତିକ ରାଶିକୁ ସୂଚାଇ ଥାଆନ୍ତି ।

ଆସ, ଅନ୍ୟ ଏକ ଉଦାହରଣରେ ଦେଖିବା କିପରି ବିମିତୀୟ ବିଶ୍ଳେଷଣ ଦ୍ୱାରା କେତେକ ଅନ୍ୟ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକ ଆକାରରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଭୌତିକ ରାଶି ପାଇଁ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ ।

ଉଦାହରଣ 1.3 : ଆମ ଅନୁଭୁତିରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ସମତ୍ୱରଣରେ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥିବା ଏକ କାର୍ ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା x, ସମୟ t ଏବଂ ତ୍ୱରଣ a ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ । ବିମିତୀୟ ବିଶ୍ଳେଷଣ ଦ୍ୱାରା ଏହି ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ପାଇଁ ଆମେ ଏକ ବ୍ୟଞ୍ଜକ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ।

ସମାଧାନ : ମନେକର x t ର m th ଘାତ ଏବଂ a ର n th ଘାତ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ତେବେ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା ଯେ

$$x \propto t^m a^n$$

ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ବିମିତି ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କଲେ, ଲେଖି ପାରିବା

L^1 a $T^m(LT^{-2})^n$

or, L^1 a $T^m(LT^{-2})^n$

ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ L ଓ T ର ଘାତ ଗୁଡ଼ିକ ତୁଳନା କଲେ ଦେଖାଯିବ $n = 1$ ଏବଂ $m - 2n = 0$

କିମ୍ବା, $m - 2 = 0$ ଅର୍ଥାତ୍ $m = 2$

ଏଣୁ x a $t^2 a^1$ or x a at^2

ବିମିତୀୟ ବିଶ୍ଳେଷଣ ଦ୍ୱାରା ଆମେ ସମାଧାନର ଏହି ସ୍ତର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପହଞ୍ଚି ପାରିବା । କିନ୍ତୁ ସାଂଖ୍ୟିକ ଗୁଣକ ପାଇବାରେ ଏହା କିଛି ବି ସହାୟକ ହେବ ନାହିଁ କାରଣ ସଂଖ୍ୟାଗୁଡ଼ିକ ବିମିତି ବିହୀନ ଅଟନ୍ତି । ସାଂଖ୍ୟିକ ଗୁଣକ ଗୁଡ଼ିକ ଆବଶ୍ୟକ ତତ୍ତ୍ୱ କିମ୍ବା ପରୀକ୍ଷାରୁ ହିଁ ମିଳିପାରିବ । ଦତ୍ତ ଉଦାହରଣରେ ଆମେ ଅବଶ୍ୟ ଜାଣିଛେ ଯେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସମ୍ପର୍କଟି ହେଉଛି $x = \frac{1}{2}at^2$

ସାଂଖ୍ୟିକ ଗୁଣକଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟତୀତ ବିମିତି ବିହୀନ ଅନ୍ୟ ରାଶିଗୁଡ଼ିକ ହେଲେ କୋଣ ଏବଂ ତ୍ରିକୋଣମିତୀୟ ଫଳନଗୁଡ଼ିକର କୋଣାଙ୍କ (arguments) ଚରଘାତାଙ୍କ ଫଳନ (exponential functions) ଏବଂ ଲଗାରିଥ୍ମୀୟ ଫଳନ (logarithmic function) ଇତ୍ୟାଦି । sin x ରେ x ହେଉଛି sine ଫଳନର କୋଣାଙ୍କ । e^x ରେ x ହେଉଛି ଚରଘାତାଙ୍କ ଫଳନ ।

ଏବେ ଆମେ ଟିକିଏ ବିରାମ ନେବା ଏବଂ ନିମ୍ନ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ ସାହାଯ୍ୟରେ ଆମେ କେତେ ଅଗ୍ରଗତି କରିଛେ ପରୀକ୍ଷା କରିବା ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 1.2

1. ସରଳ ଦୋଳକ ସାହାଯ୍ୟରେ ଏକ ପରୀକ୍ଷା ଦର୍ଶାଏ ଯେ ଏହାର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ (T) ଏହାର ଲମ୍ବ (l) ଏବଂ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ (g) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ବିମିତୀୟ ବିଶ୍ଳେଷଣ ଦ୍ୱାରା T ର l ଓ g ସହ ସମ୍ପର୍କ ସ୍ଥାପନ କର ।

   ....

2. r ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଭୂସମାନ୍ତର ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଏକ କଣିକା ବେଗ u ଏବଂ କେନ୍ଦ୍ରାଭିମୁଖୀ ତ୍ୱରଣ a ସହ ଗତି କରୁଥିବାର କଳ୍ପନା କର । ବିମିତୀୟ ବିଶ୍ଳେଷଣ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଅ ଯେ a a u^2/r

   ....

3. ତୁମକୁ ଏକ ସମୀକରଣ $mu = Ft$ ଦିଆଯାଇଛି, ଯେଉଁଠି u ହେଉଛି ବେଗ, F ହେଉଛି ବଳ ଏବଂ t ହେଉଛି ସମୟ । ଏହି ସମୀକରଣର ବିମିତୀୟ ସତ୍ୟତା ପରୀକ୍ଷା କର ।

   ....

ଟିପ୍ପଣୀ

1.3 ସଦିଶ ଓ ଅଦିଶ (Vectors and scalars) ରାଶି

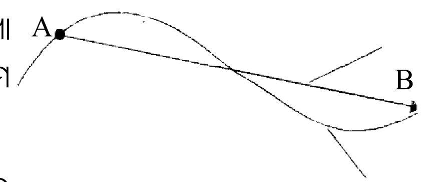
1.3.1 ଅଦିଶ ଓ ସଦିଶ ରାଶି (Scalar and vector quantities)

ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ଦୁଇ ପ୍ରକାର ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି । ଏକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କେତେକ ରାଶିର ଏକକ ସହିତ ପରିମାଣ ପ୍ରକାଶ କଲେ ଉକ୍ତ ଭୌତିକ ରାଶିର ସବୁକିଛି ଜଣାଯାଏ । ଏହାର ଏକ ଉଦାହରଣ ହେଉଛି ବସ୍ତୁତ୍ୱ । ଗୋଟିଏ ରବର ବଲ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 50g କହିଲେ ଉକ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ବର୍ଣ୍ଣନା ପାଇଁ ଆଉ କିଛି ବି ଯୋଗ କରିବା ଦରକାର ପଡ଼େ ନାହିଁ । ସେହିପରି ଯଦି କୁହାଯାଏ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ହେଉଛି 1000 kgm^{-3} ତେବେ ଉକ୍ତ ସାନ୍ଦ୍ରତା ବିଷୟରେ ସବୁକିଛି ବୁଝାପଡ଼େ । ଏହିପରି ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ଅଦିଶ ରାଶି ବା ସ୍କାଲାର୍ କହନ୍ତି । ଏକ ଅଦିଶ ରାଶିର କେବଳ ପରିମାଣ ଥାଏ, କୌଣସି ଦିଗ ନ ଥାଏ ।

ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ କେତେକ ରାଶି ସେଗୁଡ଼ିକର ପୂର୍ଣ୍ଣ ବର୍ଣ୍ଣନା ପାଇଁ ଉଭୟ ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ଆବଶ୍ୟକ କରନ୍ତି । ଯଦି ଏକ ରେଳଗାଡ଼ିର ପରିବେଗ 100 kmh^{-1} ବୋଲି କୁହାଯାଏ, ତେବେ ଏହା ବିଶେଷ କିଛି ସୂଚାଏ ନାହିଁ ଯଦି ଏହାର ଗତିର ଦିଗ ବିଷୟରେ କିଛି ସୂଚନା ନ ଥାଏ । ତେଣୁ ପରିବେଗର ବର୍ଣ୍ଣନା ପାଇଁ ପରିମାଣ ସହିତ ଦିଗ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ସୂଚନା ଆବଶ୍ୟକ । ଏହିପରି ଅନ୍ୟ ଏକ ଭୌତିକ ରାଶି ହେଉଛି ବଳ । ବଳ ବିଷୟରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ସୂଚନା ମିଳେ ଯଦି ଏହାର ପରିମାଣ ସହିତ ଏହା କେଉଁ ଦିଗରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଉଛି, ତାହା ଦତ୍ତ ଥାଏ । ଏହିପରି ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ସଦିଶ ରାଶି ବା ଭେକ୍ଟର୍ କହନ୍ତି । **ଏକ ସଦିଶ ରାଶିର ଉଭୟ ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ରହିଥାଏ ।** ବିସ୍ଥାପନ (displacement) ତ୍ୱରଣ (acceleration), ସଂବେଗ (momentum) କୌଣୀୟ ସଂବେଗ (angular momentum) ଇତ୍ୟାଦି ସଦିଶ ରାଶିର କେତେକ ଉଦାହରଣ ।

ଚିତ୍ର 1.3 ରେ ଦୁଇ ବିନ୍ଦୁ A ଓ B ମଧ୍ୟରେ AB ସରଳରେଖା ହେଉଛି A ରୁ B ଦିଗରେ ବିସ୍ଥାପନ ଶକ୍ତି ବିଷୟରେ ଆମେ କ'ଣ କହିବା ? ଏହା ଏକ ଅଦିଶ ନା ସଦିଶ ?

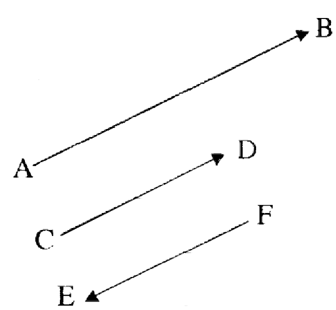
ଉତ୍ତର ପାଇବା ପାଇଁ ଭାବିଦେଖ ଯଦି ଶକ୍ତି ସହିତ କିଛି ଦିଗର ସୂଚନା ଅଛି ଯଦି ନାହିଁ, ତେବେ ଏହା ଅଦିଶ ।



ଚିତ୍ର 1.3 : ବିସ୍ଥାପନ କୋଣ

1.3.2 ସଦିଶର ଚିତ୍ରଣ .

ଏକ ସଦିଶ ରାଶି ତୀର ଚିହ୍ନ ଥିବା ଏକ ସରଳରେଖା ଦ୍ୱାରା ଚିତ୍ରଣ କରାଯାଏ ଏବଂ ତୀର ହିଁ ରାଶିଟିର ଦିଗ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କରେ । ସରଳରେଖାର ଲମ୍ବ ସଦିଶ ରାଶିଟିର ପରିମାଣ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଥିବାରୁ ଏଥିରୁ ରାଶିଟିର ପରିମାଣ ଜାଣିହୁଏ । ଚିତ୍ର 1.4 ରେ $\vec{AB}, \vec{CD}$ ଓ $\vec{FE}$ ତିନିଗୋଟି ସଦିଶ ଅଟନ୍ତି । $\vec{AB}$ ଓ $\vec{CD}$ ସଦିଶ ଦ୍ୱୟ ସମାନ ଦିଗ ଦର୍ଶାଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ପରିମାଣରେ $\vec{AB} >$ CD । $\vec{CD}$ ଓ $\vec{FE}$ ସଦିଶ ଦ୍ୱୟର ପରିମାଣ ସମାନ ହେଲେ ମଧ୍ୟ ସେମାନଙ୍କର ଦିଗ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥିବାରୁ $\vec{CD} \neq \vec{EF}$ । ଯେକୌଣସି ସଦିଶ $\vec{AB}$ ର ଆଦ୍ୟ ବିନ୍ଦୁ A କୁ ଲାଞ୍ଜ (tail) ଏବଂ ତୀର ଚିହ୍ନିତ ଶୀର୍ଷ ବିନ୍ଦୁ B କୁ ଶୀର୍ଷ (head) କୁହାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 1.4 : ସଦିଶମାନଙ୍କର ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ

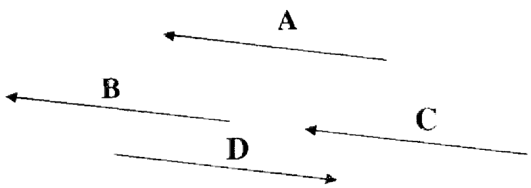
ସଦିଶଟିକୁ ପ୍ରତିନିଧିତ୍ୱ କରୁଥିବା ଅକ୍ଷର ଉପରେ ଏକ ତୀର ଚିହ୍ନ ଦେଇ ସଦିଶଟି ଲେଖାଯାଏ ଯେପରି **A** ।

ଏହି ସଦିଶର ପରିମାଣ ସରଳ ଭାବରେ A ବା |A| ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ଛପା ଲେଖାରେ ଏହା ସୁସ୍ପଷ୍ଟ ବା ମୋଟା ଅକ୍ଷରରେ ମଧ୍ୟ ଲେଖାଯାଇଥାଏ ।

ଯଦି ଦୁଇଟି ସଦିଶ ପରିମାଣରେ ସମାନ ହୁଅନ୍ତି ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଦିଗ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କରୁଥାଆନ୍ତି ତେବେ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ସମାନ ସଦିଶ କହନ୍ତି । ଅର୍ଥାତ୍ ସମପରିମାଣ ବିଶିଷ୍ଟ ଓ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ଥିବା ସମସ୍ତ ସଦିଶ ସମାନ ଅଟନ୍ତି । ଚିତ୍ର 1.5 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା **A, B, C** ସଦିଶତ୍ରୟ ସମାନ ଅଟନ୍ତି । ଅର୍ଥାତ୍ **A= B = C** । କିନ୍ତୁ **D** ଓ **A** ସମାନ ନୁହଁନ୍ତି ।

A ସହିତ ପରିମାଣ ସମାନ ଥିବା ବିପରୀତ ଦିଗ ଥିବା ସଦିଶ **D** କୁ **A** ର ଋଣାତ୍ମକ ସଦିଶ (negative vector) କୁହାଯାଏ ।

ଅର୍ଥାତ୍ **D = −A** କିମ୍ବା **A = −D**



ଚିତ୍ର 1.5 : ତିନୋଟି ସଦିଶ ସମାନ କିନ୍ତୁ ଚତୁର୍ଥଟି ନୁହେଁ

ଭୌତିକ ସଦିଶର ପରିମାଣ ପ୍ରକାଶ କରିବା ପାଇଁ ପ୍ରାୟତଃ ଏକ ସମାନୁପାତିକ ମାପକ ବାଛିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ । ମନେକର ଦିଲ୍ଲୀ ଓ ଆଗ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ବିସ୍ଥାପନ ହେଉଛି 300 କିମି. । ତେଣୁ ଯଦି 100 km =1cm ବୋଲି ମାପକ ହିସାବରେ ନିଆଯାଏ, ତେବେ ଏହି ବିସ୍ଥାପନ 3 cm ର ଏକ ତୀର ଚିହ୍ନ ଥିବା ସରଳରେଖା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ । ସେହିପରି 30N ବଳକୁ 3 cm ସରଳରେଖା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯିବ ଯଦି ଧରି ନିଆଯାଏ ଯେ 10 N = 1 cm

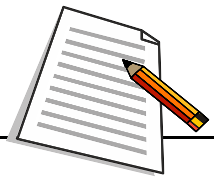
ଉପରୋକ୍ତ ଆଲୋଚନାରୁ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ଯଦି ଏକ ସଦିଶକୁ ନିଜ ସହିତ ସମାନ୍ତର ଏକ ଦିଗରେ ବିସ୍ଥାପିତ କରାଯାଏ, ତେବେ ଏହା ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ । ଏହି ମହତ୍ତ୍ୱ ପୂର୍ଣ୍ଣ ସିଦ୍ଧାନ୍ତକୁ ସଦିଶ ଗୁଡ଼ିକର ଯୋଗ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଉପଯୋଗ କରାଯାଇପାରେ । ଦେଖିବା, ଏହା କିପରି ହୁଏ ।

1.3.3 ସଦିଶ ଗୁଡ଼ିକର ଯୋଗ (Addition of vectors)

ମନେରଖିବାକୁ ହେବ ଯେ ସମାନ ପ୍ରକାର ସଦିଶଗୁଡ଼ିକୁ ହିଁ ଯୋଗ କରାଯାଇପାରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଦୁଇଟି ବଳ କିମ୍ବା ଦୁଇଟି ପରିବେଗ ଯୋଗ କରିହେବ । କିନ୍ତୁ ଏକ ବଳ ସହିତ ଏକ ପରିବେଗକୁ ଯୋଗ କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ ।

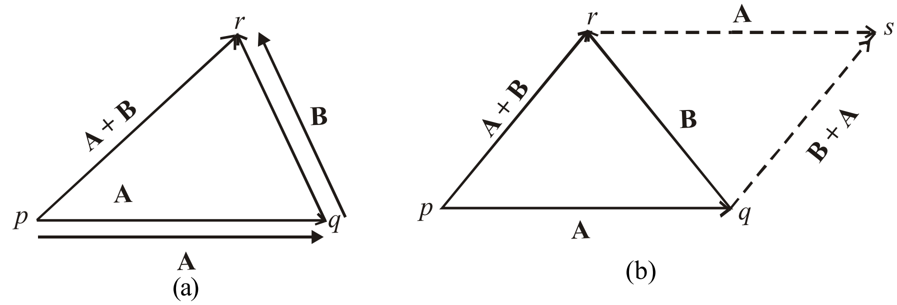
ମନେକର ସଦିଶ **A** ସହିତ ସଦିଶ **B** କୁ ଯୋଗ କରିବାକୁ ହେବ । (ଚିତ୍ର 1.6a) ସେଥିପାଇଁ ପ୍ରଥମେ **A** ସହିତ ସମାନ୍ତର କରି pq ସରଳରେଖା ଟାଣ । pq ରେଖାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ **A** ସଦିଶର ପରିମାଣ ସହ ସମାନ ହେଉ । ଏହା ପରେ **B** ସଦିଶଟି ଟାଣ ଯେପରିକି **B** ର ଲାଞ୍ଜ **A** ର ଶୀର୍ଷ ସହିତ ମିଶିବ । qr ସରଳରେଖା **B** ସହିତ ସମାନ୍ତର ହେଉ ଏବଂ ଏହା **A** ର ଶୀର୍ଷରୁ ଟଣାଯାଉ । **A** ର ଲାଞ୍ଜ ଅର୍ଥାତ୍ p କୁ **B** ର ଶୀର୍ଷ ଅର୍ଥାତ୍ r ସହିତ ଯୋଗ କରି **pr** ସରଳରେଖା r ଠାରେ ତୀର ଚିହ୍ନ ସହିତ ଟଣାଯାଉ । ବର୍ତ୍ତମାନ **A** ଓ **B** ସଦିଶ ଦୁଇଟିର ଯୋଗଫଳ ହେଉଛି **pr** i.e. **A + B = pr** ଅର୍ଥାତ୍ **A** ର ଲାଞ୍ଜଠାରୁ **B** ର ଶୀର୍ଷ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବ୍ୟାପ୍ତ **pr** ସରଳରେଖା ପରିମାଣ ଏବଂ ଦିଗରେ **A + B** ସହିତ ସମାନ ।

ଟିପ୍ପଣୀ



ଟିପ୍ପଣୀ

ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେ ସହଜରେ ପ୍ରମାଣ କରି ପାରିବ ଯେ ସଦିଶ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ଯୋଗ କମ୍ୟୁଟେଟିଭ ଅର୍ଥାତ୍ ଏଥିରେ ସ୍ଥାନ କ୍ରମ ବିନିମୟ ସମ୍ଭବ । ଅର୍ଥାତ୍ **A** + **B** = **B** +**A** ଏବଂ ଏହା ଚିତ୍ର 1.6(b) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଅଛି । ଚିତ୍ର 1.6(b) ରେ ଦେଖି ପାରିବା ଯେ pqr ଏକ ତ୍ରିଭୁଜ ଯାହାର pq ଓ qr ଯଥାକ୍ରମେ **A** ଓ **B** ର ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ଦର୍ଶାଉଛନ୍ତି । ଏହି ତ୍ରିଭୁଜରରେ ତୃତୀୟ ବାହୁ pr ପରିଣାମୀ ସଦିଶକୁ ସୂଚାଉଛି ଏବଂ



ଚିତ୍ର 1.6 : ସଦିଶ A ଓ ସଦିଶ B ର ଯୋଗ

p ଠାରୁ r ଦିଗ ଏହି ସଦିଶର ଦିଗ ଦର୍ଶାଉଛି । ଏଥିରୁ ଦୁଇଟି ସଦିଶର ଯୋଗରେ ପରିଣାମୀ ସଦିଶ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ନିମିତ୍ତ ନିୟମ ମିଳେ ।

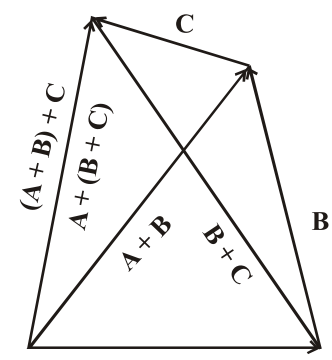
"ଯଦି ଦୁଇଟି ସଦିଶ ପରିମାଣ ଓ ଦିଗରେ କୌଣସି ତ୍ରିଭୁଜର ଦୁଇଟି ସଂଲଗ୍ନ ବାହୁଦ୍ୱାରା ଏକ କ୍ରମରେ ସୂଚୀତ ହୁଅନ୍ତି, ତେବେ ଏଗୁଡ଼ିକର ପରିଣାମୀ ସଦିଶ ତ୍ରିଭୁଜଟିର ତୃତୀୟ ବାହୁ ଦ୍ୱାରା ବିପରୀତ କ୍ରମରେ ସୂଚୀତ ହୁଏ" । ଏହାକୁ ସଦିଶ ଗୁଡ଼ିକର ତ୍ରିଭୁଜୀୟ ନିୟମ କହନ୍ତି ।

ଦୁଇ କିମ୍ବା ତତୋଽଧିକ ସଦିଶ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ଯୋଗ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟ ସଦିଶକୁ ପରିଣାମୀ ସଦିଶ (resultant vector) କହନ୍ତି । ଚିତ୍ର 1.6(b) ରେ **pr** ସଦିଶଟି **A** ଓ **B** ସଦିଶ ଦ୍ୱୟର ପରିଣାମୀ ସଦିଶ ।

ଯଦି ତିନୋଟି ବଳ ଏକ ତ୍ରିଭୁଜର ତିନିଗୋଟି ବାହୁ ଦ୍ୱାରା ଏକ କ୍ରମରେ ସୂଚୀତ ହୁଅନ୍ତି, ତେବେ ସେମାନଙ୍କର ପରିଣାମୀ ବଳ କେତେ ହେବ ? ଯଦି ତୁମେ ଭାବୁଥାଅ ଯେ ଏହାର ଉତ୍ତର ଶୂନ ତେବେ ତୁମେ ଠିକ୍ ଭାବିଛ ।

ଏବେ ଦୁଇରୁ ଅଧିକ ସଦିଶ ଗୁଡ଼ିକର ଯୋଗ ଯୋଗୁଁ ସୃଷ୍ଟ ପରିଣାମୀ ସଦିଶ କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ, ତାହା ଶିଖିବା ।

ଦୁଇଟି ସଦିଶର ପରିଣାମୀ ସଦିଶ ଯେପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ସେହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଦୁଇରୁ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ସଦିଶ ଯଥା **A**, **B** ଓ **C** ର ପରିଣାମୀ ସଦିଶ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ । ସେଥିପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଆମେ **A** ଓ **B** ର ଯୋଗରୁ ସୃଷ୍ଟ ପରିଣାମୀ ସଦିଶଟି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ଏବଂ ଏହି ପରିଣାମୀ ସଦିଶ (**A** + **B**) ସହିତ ତୃତୀୟ ସଦିଶ **C** ଯୋଗ କରି ସେମାନଙ୍କର ପରିଣାମୀ ସଦିଶଟି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ତୁମେ ପ୍ରଥମେ **B** ଓ **C** ସଦିଶ ଦ୍ୱୟ ଯୋଗ କରି ସେଗୁଡ଼ିକର ପରିଣାମୀ ସଦିଶ (**B**+**C**) ସହ ସଦିଶ **A** କୁ ମଧ୍ୟ ଯୋଗ କରି ପାରିବା । (ଚିତ୍ର 1.7) ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପରିଣାମୀ ସଦିଶ ସମାନ



ଚିତ୍ର 1.7 : ଭିନ୍ନ କ୍ରମରେ ଥିବା ତିନୋଟି ସଦିଶର ଯୋଗ

ହେବ । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ସଦିଶମାନଙ୍କର ଯୋଗ ସମ୍ମେଳନ ଯୋଗ୍ୟ (associative) ଅଟେ । ଅର୍ଥାତ୍
$\mathbf{A} + (\mathbf{B}+\mathbf{C}) = (\mathbf{A}+\mathbf{B})+\mathbf{C}$

ଯଦି ତୁମେ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପଦ୍ଧତିରେ ତିନୋଟିରୁ ଅଧିକ ସଦିଶ ମାନଙ୍କର ଯୋଗ ଠିକ୍ ଭାବରେ କରିପାରିବ, ତେବେ ଦେଖିବ ଯେ ପ୍ରଥମ ସଦିଶଟିର ଲାଞ୍ଜରୁ ଶେଷ ସଦିଶର ଶୀର୍ଷକୁ ଯୋଗ କରୁଥିବା ସରଳରେଖା ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ସଦିଶଟି ପରିଣାମୀ ସଦିଶ ହେବ ।

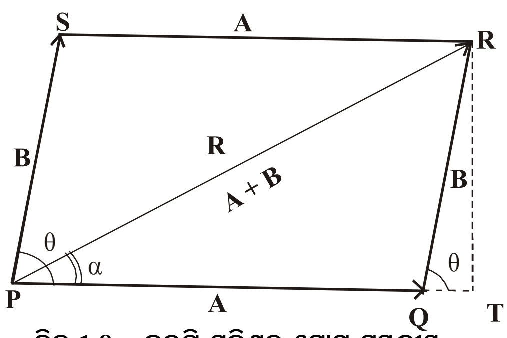
ଟିପ୍ପଣୀ

କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅନେକ ଗୁଡ଼ିଏ ସଦିଶ ଏକ ବିନ୍ଦୁରେ କ୍ରିୟାଶୀଳ ହୁଅନ୍ତି । ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ସଦିଶମାନଙ୍କର ସମାନ୍ତର ଚତୁର୍ଭୁଜ ନିୟମର ଉପଯୋଗ ଅଧିକ ସୁବିଧା ଜନକ ହୁଏ । ଏବେ ଆମେ ସେ ବିଷୟଟି ଅଧ୍ୟୟନ କରିବା ।

1.3.4 ସଦିଶମାନଙ୍କ ଯୋଗର ସାମନ୍ତରିକ କ୍ଷେତ୍ର ନିୟମ
(Parallelogram law of vector addition)

A ଓ **B** ନାମକ ଦୁଇଟି ସଦିଶ ନିଆଯାଉ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ଅନ୍ତର୍ଗତ କୋଣଟି θ ହେଉ । (ଚିତ୍ର 1.8)

ଏହି ଦୁଇଟି ସଦିଶର ଯୋଗ କଳନା କରିବା ପାଇଁ ଆମ୍ଭେମାନେ ସାମନ୍ତରିକ କ୍ଷେତ୍ରଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବା । ଏଥିରେ $\vec{PQ} = \mathbf{A}$, $\vec{PS} = \mathbf{B}$ ଏବଂ କର୍ଣ୍ଣ $\vec{PR} = \mathbf{R}$ (ପରିଣାମୀ ସଦିଶ) ତୁମେ ଜାଣି ପାରୁଛ କି କର୍ଣ୍ଣ $\vec{PR}$ କାହିଁକି $\mathbf{A}+\mathbf{B}$ ଏହାକୁ **A** ଓ **B** ର ପରିଣାମୀ ସଦିଶ କୁହାଯାଏ । ଏହି ପରିଣାମୀ ସଦିଶ **A** ସହିତ α କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରୁଅଛି । ମନେରଖ ଯେ ସଦିଶ $\vec{PQ}$ ଓ $\vec{SR}$ ପ୍ରତ୍ୟେକ **A** ସହିତ ସମାନ, ଏବଂ ସଦିଶ $\vec{PS}$ ଓ $\vec{QR}$ ପ୍ରତ୍ୟେକ **B** ସହିତ ସମାନ । ପରିଣାମୀ ସଦିଶ **R** ର ପରିମମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ମତେ RT ଲମ୍ବଟି ଅଙ୍କନ କର । ପରିମାଣ ଅନୁଯାୟୀ ।



ଚିତ୍ର 1.8 : ଦୁଇଟି ସଦିଶର ଯୋଗ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ସାମନ୍ତରିକ କ୍ଷେତ୍ର ନିୟମ

$$
\begin{aligned}
(PR)^2 &= (PT)^2 + (RT)^2 \\
&= (PQ + QT)^2 + (RT)^2 \\
&= (PQ)^2 + (QT)^2 + 2PQ.QT + (RT)^2 \\
&= (PQ)^2 + [(QT)^2 + (RT)^2] + 2\,PQ\,.\,QT \qquad (1.1) \\
&= (PQ)^2 + (QR)^2 + 2\,PQ\,.\,QT \\
&= (PQ)^2 + (QR)^2 + 2\,PQ\,.\,QR\left(\frac{QT}{QR}\right)
\end{aligned}
$$

ଅର୍ଥାତ୍ $R^2 = A^2 + B^2 + 2\,AB\cos\theta$

ତେଣୁ **R** ର ପରିମାଣ ହେଉଛି $|\mathbf{R}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$ (1.2)

ଟିପ୍ପଣୀ

ସଦିଶ **R** ର ଦିଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଆମେ ଦେଖିପାରିବା ଯେ

$$\tan \alpha = \frac{RT}{PT} = \frac{RT}{PQ + QT} = \frac{B\sin\theta}{A + B\cos\theta} \qquad (1.3)$$

ଏଣୁ ପରିଣାମୀ ସଦିଶର ଦିଗ ଏହା ମୂଳ ସଦିଶ **A** ସହ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା କୋଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରେ ।

ବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରକରଣ

- ବର୍ତ୍ତମାନ ବିଚାର କରିବା ଦୁଇଟି ସଦିଶ ପରସ୍ପର ସମାନ୍ତର ଥିଲେ ପରିଣାମୀ ସଦିଶଟି କ'ଣ ହେବ ?

  ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମେ ଦେଖିବା ଯେ ଏହି ଦୁଇ ସଦିଶ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କୋଣ ଶୂନ (0^0) ଅଟେ । ତେଣୁ ପରିଣାମୀ ସଦିଶଟିର ପରିମାଣ ସଦିଶ ଦ୍ୱୟର ପରିମାଣର ସମଷ୍ଟି ହେବ ଏବଂ ଦିଗ ଉଭୟର ଦିଗ ସହ ସମାନ ରହିବ ।

- ଯଦି ମୂଳ ସଦିଶ ଦ୍ୱୟ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ହୁଅନ୍ତି, ପରିଣାମୀ ସଦିଶଟିର ପରିମାଣ କ'ଣ ହେବ ?

  ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ $\theta = 90^0$ ତେଣୁ $\cos\theta = 0$

- ଏଥି ସହିତ ଯଦି ମୂଳ ସଦିଶ ଦ୍ୱୟର ପରିମାଣ ସମାନ ହୁଏ, ପରିଣାମୀ ସଦିଶଟିର ଦିଗ କ'ଣ ହେବ ?

  ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଯେ ସେ କ୍ଷେତ୍ରରେ $\tan \alpha = B/A = 1$ । ତେବେ α କ'ଣ ହେବ ?

- ପୁନଶ୍ଚ ଯଦି $\theta = \pi$ ସଦିଶ ଦ୍ୱୟ ବିପରୀତ ମୁଖୀ କିନ୍ତୁ ସମାନ୍ତର । ଏଠାରେ ପରିଣାମୀ ସଦିଶଟି **A** କିମ୍ବା **B** ଦିଗରେ ରହିବ ଏବଂ ଠିକ୍ କେଉଁ ଦିଗରେ ରହିବ ତାହା **A** ଓ **B** ର ପରିମାଣ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ।

ଉଦାହରଣ 1.4 ଅହମଦ୍ ଗୋଟିଏ ଗାଡ଼ିକୁ 70N ବଳ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ତର ଦିଗରେ ଟାଣୁଅଛି । ହମିଦ୍ ମଧ ସେହି ଗାଡ଼ିକୁ 50N ବଳ ଦ୍ୱାରା ଦକ୍ଷିଣ-ପଶ୍ଚିମ ଦିଗରେ ଟାଣୁଅଛି । ଗାଡ଼ିଟି ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ପରିଣାମୀ ବଳର ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ : ଏଠାର ପ୍ରଥମ ବଳର ପରିମାଣ, ମନେକର $A = 70N$

ଦ୍ୱିତୀୟ ବଳର ପରିମାଣ, $B = 70N$

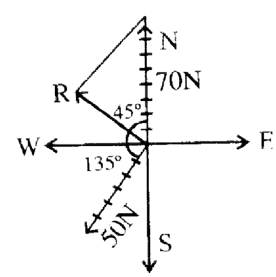
ଦୁଇ ବଳ ମଧ୍ୟରେ କୋଣ $\theta = 135^0$

ଏଠାରେ ପରିଣାମୀ ବଳର ପରିମାଣ ସମୀକରଣ 1.2 ଦ୍ୱାରା

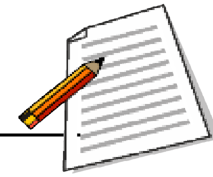
$$R = \sqrt{(70)^2 + (50)^2 + 2 \times 70 \times 50 \times \cos(135^0)}$$

$$= \sqrt{4900 + 2500 - 7000 \times \sin45^0} = 49.5N$$

ie. **R** ର ପରିମାଣ $= 49.5N$



ଚିତ୍ର 1.9 : ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଏକ କୋଣରେ ଆନତ ଥିବା ଦୁଇଟି ବଳର ପରିଣାମୀ ବଳ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ସମୀକରଣ (1.3) ରୁ $\vec{R}$ ର ଦିଗ ଜାଣି ହେବ :

$$\text{ie. } \tan a = \frac{B\sin\theta}{A + B\cos\theta} = \frac{50\sin(135^0)}{70 + 50\cos(135^0)}$$

$$= \frac{50 \times \cos 45^0}{70 - 50\sin 45^0} = 1$$

ତେଣୁ $a = 45^0$

ଅର୍ଥାତ୍ **R** 70N ବଳର ଦିଗ ସହିତ 45^0 କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ ।

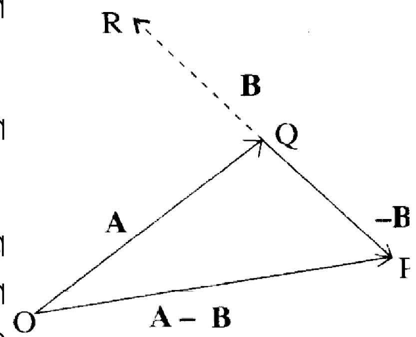
ଅର୍ଥାତ୍ **R** ଚିତ୍ର 1.9 ରେ ଦର୍ଶାଯାଉଥିବା ମତେ ଉତ୍ତର-ପଶ୍ଚିମ ଦିଗରେ କ୍ରିୟାଶୀଳ ହୁଏ ।

1.3.5 ସଦିଶ ମାନଙ୍କର ବିୟୋଗ (Subtraction of vectors)

ଗୋଟିଏ ସଦିଶରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ସଦିଶକୁ ଆମେ କିପରି ବିୟୋଗ କରିବା ? ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଯେ ଦୁଇଟି ସଦିଶର ବିୟୋଗ ଅର୍ଥାତ୍

A −**B** ବାସ୍ତବରେ **A** + (−**B**) । ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେ ସଦିଶମାନଙ୍କର ଯୋଗ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପ୍ରୟୋଗ କରିପାରିବ ।

ଏହା ଚିତ୍ର 1.10 ରେ ବୁଝାଇ ଦିଆଯାଇଛି । **A** ର ଶୀର୍ଷରୁ ସଦିଶ –**B** କୁ ଅଙ୍କନ କର **A** ର ଲାଞ୍ଜ ସହିତ –**B** ର ଶୀର୍ଷକୁ ଯୋଗ କର । ତଦ୍ୱାରା ପରିଣାମୀ ସଦିଶ (**A** – **B**) ମିଳିପାରିବ । ଏବେ ତୁମେ କେତେ ବୁଝିଛ, ତାହା ପରୀକ୍ଷା କରିବାର ସମୟ ।



ଚିତ୍ର **1.10** : ସଦିଶ **A** ରୁ ସଦିଶ **B** ର ବିୟୋଗ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 1.3

ଦୁଇଟି ସଦିଶ $\xrightarrow{A}$ ଓ $\nearrow$ **B** ଦିଆଯାଇଛି

1. ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରି ଦର୍ଶାଅ କିପରି ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସଦିଶଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ :
   (a) **B** – **A** (b) **A** +2**B** (c) **A** – 2**B** ଏବଂ (d) **B** – 2**A**

   ....

2. ଦୁଇଟି ସଦିଶ **A** ଓ **B** ର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ 10 ଏକକ ଓ 12 ଏକକ ଏବଂ ଉଭୟ ପରସ୍ପର ସହିତ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ସମାନ୍ତର । **A** +**B** ଏବଂ **A**–**B** ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

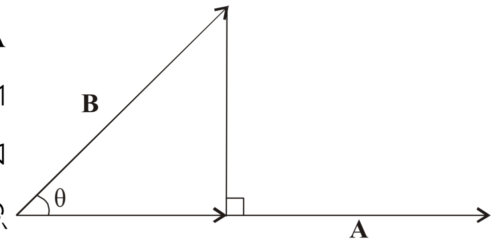
   ....

3. ଦୁଇଟି ସଦିଶ **A** ଓ **B** ର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ 30 ଏକକ ଓ 60 ଏକକ ଏବଂ ସେମାନେ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି 60^0 କୋଣରେ ଆନତ । ପରିଣାମୀ ସଦିଶଟି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
   (ମନେରଖ ଯେ ସଦିଶଟିଏ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ଅର୍ଥ ଏହାର ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା)

   ....

1.4 ସଦିଶ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ଗୁଣନ

1.4.1 ଏକ ସଦିଶର ଏକ ଅଦିଶ ସହିତ ଗୁଣନ



ଚିତ୍ର 1.11 : **A** ଉପରେ **B** ର ଅଭିକ୍ଷେପ

ଏକ ସଦିଶ **A** କୁ ଏକ ଅଦିଶ k ସହିତ ଗୁଣନ କଲେ **A** ର k ଗୁଣ ଅନ୍ୟ ଏକ ସଦିଶ ମିଳେ । ଅର୍ଥାତ୍ ପରିଣାମୀ ସଦିଶଟି k**A** ହୁଏ, ଏହି ସଦିଶଟିର ପରିମାଣ k|**A**| ହୁଏ ଏବଂ k ଧନାତ୍ମକ ହୋଇଥିଲେ ଅପରିବର୍ତ୍ତି ରହେ ଅର୍ଥାତ୍ k**A** ଓ **A** ଉଭୟ ଏକ ଦିଗରେ କ୍ରିୟାଶୀଳ ହୁଅନ୍ତି । ଯଦି k ଋଣାତ୍ମକ ହୁଏ ତେବେ ନୂତନ ସଦିଶ k**A**, **A** ର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ରହେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ସଦିଶ 3**A** ସଦିଶ **A** ର ପରିମାଣର 3 ଗୁଣ ଏବଂ ଏହା **A** ର ଦିଗରେ କ୍ରିୟାଶୀଳ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ –3**A** ସଦିଶଟି **A** ର ବିପରୀତ ଦିଗରେ କ୍ରିୟା କରେ ଯଦିଓ ଏହାର ପରିମାଣ **A** ସଦିଶର ପରିମାଣର 3 ଗୁଣ ହୋଇଥାଏ ।

1.4.2 ସଦିଶଗୁଡ଼ିକର ଅଦିଶ ଗୁଣନ

ଦୁଇଟି ସଦିଶ **A** ଓ **B** ର ଅଦିଶ ଗୁଣନ **A.B** ଭାବରେ ଲେଖାଯାଏ ଏବଂ ଏହା $AB\cos\theta$ ସହିତ ସମାନ ଯେଉଁଠି θ ହେଉଛି **A** ଓ **B** ର ଅନ୍ତର୍ଗତ କୋଣ । ଚିତ୍ର 1.11 କୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ଏଥିରେ $B\cos\theta$ ହେଉଛି **A** ଦିଗରେ **B** ସଦିଶର ପ୍ରକ୍ଷେପ । ତେଣୁ **A** ଓ **B** ର ଅଦିଶ ଗୁଣଫଳ ହେଉଛି **A** ର ପରିମାଣ ସହିତ **A** ଦିଗରେ **B** ର ପ୍ରକ୍ଷେପର ଗୁଣଫଳ । ଆଉ ଏକ କଥା ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବା ଯେ ଯଦି ଆମେ ଉକ୍ତ ଦୁଇ ସଦିଶ ଅନ୍ତର୍ଗତ କୋଣକୁ $(360^0 - \theta)$ ନେବା, ତେବେ ସେମାନଙ୍କର ଅଦିଶ ଗୁଣଫଳରେ କିଛି ବି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ନାହିଁ କାରଣ ଉଭୟ କୋଣର cosine ସମାନ ଅଟେ । ଅର୍ଥାତ୍ $\cos\theta = \cos(360^0 - \theta)$ । ଯେହେତୁ ଦୁଇଟି ସଦିଶ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ବିନ୍ଦୁ **(.)** ଦେଇ ଏମାନଙ୍କର ଅଦିଶ ଗୁଣନ କରାଯାଏ, ତେଣୁ ଏହି ଗୁଣଫଳକୁ ମଧ୍ୟ **ଡଟ୍ ପ୍ରଡକ୍ଟ** ବା **ବିନ୍ଦୁଗୁଣଫଳ** କହନ୍ତି ।

ମନେରଖ ଯେ ଦୁଇଟି ସଦିଶର ଅଦିଶ ଗୁଣଫଳ ସର୍ବଦା ଏକ ଅଦିଶ ରାଶି ହୁଏ ।

ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଏକ ବଳ $\vec{F}$ କ୍ରିୟାଶୀଳ ହୋଇ ବସ୍ତୁଟିକୁ $\vec{F}$ ସହିତ ଏକ କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା ଦିଗରେ ଗତିଶୀଳ କରାଇଲେ ଉକ୍ତ ବଳ ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁ ଉପରେ ସମାହିତ କାର୍ଯ୍ୟ ଅଦିଶ ଗୁଣଫଳର ଏକ ସୁପରିଚିତ ଉଦାହରଣ । ବସ୍ତୁଟି ଉପରେ $\vec{F}$ କ୍ରିୟାଶୀଳ ହେବା ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁଟିର ବିସ୍ଥାପନ $\vec{d}$ ହେଉଥିଲେ ଏବଂ $\vec{F}$ ଓ $\vec{d}$ ପରସ୍ପର ମଧ୍ୟରେ θ କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିଲେ, ବଳ ଦ୍ୱାରା ସମାହିତ କାର୍ଯ୍ୟ $Fd\cos\theta$ ହୁଏ ।

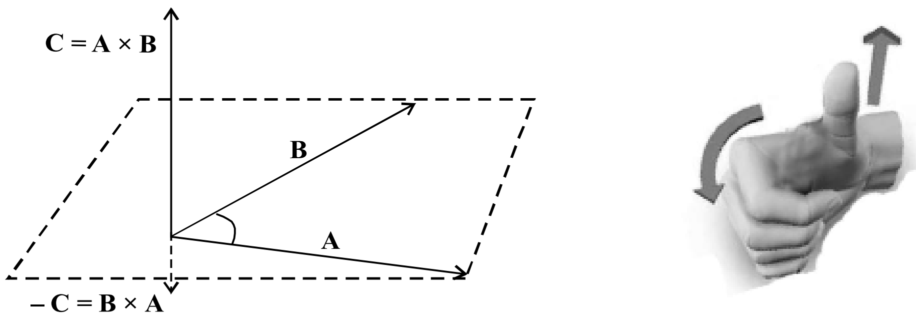
ବିନ୍ଦୁ ଗୁଣଫଳ ଅଦିଶ ହେବା ହେତୁ ଏହା କ୍ରମ ବିନିମୟୀ, ଅର୍ଥାତ୍ **A.B** = **B.A** =ABcosθ

ଏହା ମଧ୍ୟ ବିତରଣୀୟ (distributive) ଅର୍ଥାତ୍

$$\mathbf{A}.(\mathbf{B}+\mathbf{C}) = \mathbf{A}.\mathbf{B}+\mathbf{A}.\mathbf{C}$$

1.4.3 ସଦିଶଗୁଡ଼ିକର ସଦିଶ ଗୁଣଫଳ (Vector Product of Vectors)

ମନେକର ଦୁଇଟି ସଦିଶ **A** ଓ **B** ପରସ୍ପର ସହିତ θ କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଏହି ଦୁଇ ସଦିଶ ରହିଥିବା ସମତଳଟି w ହେଉ (ଚିତ୍ର 1.12a) ଏବଂ ଏହି ସମତଳଟି ପୁସ୍ତକରେ ଥିବା କାଗଜର ସମତଳ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ହେଉ ।



(a) (b)

ଚିତ୍ର 1.12(a) : ସଦିଶଗୁଡ଼ିକର ସଦିଶ ଗୁଣଫଳ;

(b) ସଦିଶ ଗୁଣଫଳ C =A × B ର ଦିଗ ଦକ୍ଷିଣ ହସ୍ତ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣିତ ହୁଏ ।

ସଦିଶ ଗୁଣଫଳ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଦକ୍ଷିଣ ହସ୍ତ ନିୟମ

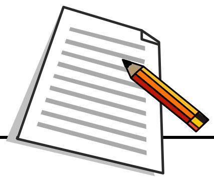
ଚିତ୍ର 1.12(b) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ଯଦି ଦକ୍ଷିଣ ହସ୍ତର ବୃଦ୍ଧାଙ୍ଗୁଳି ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ଅଙ୍ଗୁଳିଗୁଡ଼ିକ ଏପରି ମୋଡ଼ $\vec{A}$ ରୁ $\vec{B}$ ଆଡ଼କୁ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କ୍ଷୁଦ୍ରତର କୋଣ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ରହେ (ଚିତ୍ରରେ ଘଣ୍ଟା କଣ୍ଟା ଗତିର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି) ତେବେ ମୋଡ଼ି ହୋଇଥବା ଅଙ୍ଗୁଳିଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଭାବେ ଥିବା ବୃଦ୍ଧାଙ୍ଗୁଳି $\vec{C}$ ର ଦିଗ ଦର୍ଶାଏ ।

ସଦିଶ ଗୁଣନର ଏକ ସୁନ୍ଦର ଉଦାହରଣ ହେଉଛି ଘୂର୍ଣ୍ଣାୟମାନ ବସ୍ତୁର କୋଣୀୟ ସଂବେଗ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମ ପାଠଟି କେତେଦୂର ବୁଝି ପାରିଛ, ତାହା ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ ମାଧ୍ୟମରେ ପରୀକ୍ଷା କରିବା ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 1.4

1. ମନେକର ସଦିଶ **A** ସଦିଶ **B** ସହ ସମାନ୍ତର । ସେମାନଙ୍କର ସଦିଶ ଗୁଣନଫଳ କ'ଣ ହେବ ? ଯଦି **B A** ସହ ସମାନ୍ତର ଥାଇ ବି ବିପରୀତ ଅଭିମୁଖୀ ହୋଇଥାଏ, ତେବେ ଏମାନଙ୍କର ସଦିଶ ଗୁଣନ ଫଳ କ'ଣ ହେବ ?



ଟିପ୍ପଣୀ

2. ମନେକର ଦୁଇଟି ସଦିଶ ହେଉଛନ୍ତି **A** ଓ **C**=$\frac{1}{2}$**B** । ତେବେ **A X B** ର ଦିଗ ଏବଂ **A X C** ଦିଗ କିପରି ସମ୍ପର୍କିତ ?

----

3. ମନେକର **A** ଓ **B** ଯେଉଁ ସମତଳରେ ରହନ୍ତି, ସେହି ସମତଳରେ ଉଭୟଙ୍କୁ ଘୂରାଗଲା । ତେବେ ସଦିଶ **C=AX B** ର ଦିଗ କିପରି ପ୍ରଭାବିତ ହେବ ?

----

4. ମନେକର ତୁମେ ସଦିଶ **A** ଓ ସଦିଶ **B** ଦ୍ୱୟଙ୍କୁ ଇଚ୍ଛାନୁଯାୟୀ ଗୋଟିଏ ସମତଳରେ ଭିନ୍ନ, ଭିନ୍ନ ପରିମାଣ କୋଣରେ ଘୂରାଇଲା ତେବେ ତୁମେ ସଦିଶ **C =A X B** ର ଦିଗକୁ ବିପରୀତ ଅଭିମୁଖୀ କରାଇ ପାରିବ କି ?

----

5. ଯଦି ସଦିଶ **A**, x- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଏବଂ ସଦିଶ **B**, y- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ରହନ୍ତି, ତେବେ **C =A X B** କେଉଁ ଦିଗାଭିମୁଖୀ ହେବ ? ଯଦି **A**, y- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଏବଂ **B**, x- ଅକ୍ଷ ର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ରହନ୍ତି, ତେବେ **C =A X B** ର ଦିଗ କ'ଣ ହେବ ।

----

6. **A** ଓ **B** ସଦିଶ ଦ୍ୱୟ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଅଟନ୍ତି । ତେବେ (a) **A.B** ଏବଂ (b) **A X B** ର ମାନ କଳନା କର ।

1.5 ସଦିଶମାନଙ୍କର ବିୟୋଜନ (Resolution of Vectors)

ସଦିଶମାନଙ୍କର ବିୟୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେଉଛି ସେମାନଙ୍କର ଯୋଗ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ବିପରୀତ ପ୍ରକ୍ରିୟା । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅକ୍ଷ ସମୂହ ଦିଗରେ ସଦିଶଗୁଡ଼ିକର ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର ଚିତ୍ର 1.13 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଏକ ସଦିଶ **A** ନିଆଯାଇଛି ଏବଂ ଆମେ x ଅକ୍ଷ ଓ y ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଏହାର ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା । ଏହି ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ଯଥାକ୍ରମେ A_x ଓ A_y ହେଉ । ସରଳ ତ୍ରିକୋଣମିତିରୁ ଜାଣିହେବ ଯେ

$$A_x = A\cos\phi \qquad \text{..........(1.4)}$$

$$A_y = A\sin\phi \qquad \text{...........(1.5)}$$

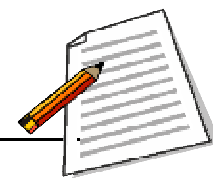
ଯେଉଁଠି θ ହେଉଛି **A** ସଦିଶ x- ଅକ୍ଷ ସହ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା କୋଣ ।

ଯଦି x ଅକ୍ଷ ଓ **A** ମଧ୍ୟରେ କୋଣଟି ϕ ହୁଏ ତେବେ x ଅକ୍ଷ ଓ y ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ **A** ର ଉପାଂଶ ଗୁଡ଼ିକ ହେବ

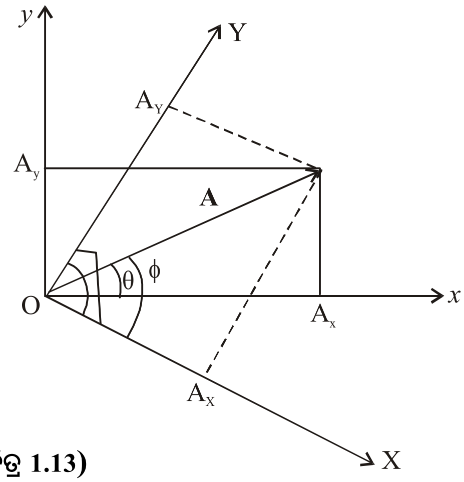
$$A_x = A\cos\phi$$

$$A_y = A\sin\phi$$

ଏଥିରୁ ସହଜରେ ଅନୁମିତ ହୁଏ ଯେ ଏକ ସଦିଶର ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣ ନୁହଁନ୍ତି ।



ଟିପ୍ପଣୀ



(ଚିତ୍ର 1.13)

ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ x, y ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଏବଂ x, y ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ 0 ସଦିଶର ବିଯୋଜନ

ସେମାନଙ୍କର ମାନ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅକ୍ଷ ସମୁଚ୍ଚୟର ଚୟନାନୁଯାୟୀ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ହୁଏ । ଲକ୍ଷ୍ୟକର ଯେ ସଦିଶଟିର ପରିମାଣ ଏବଂ ଦିଗ ଏହାର ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ଅନୁସାରେ ନିମ୍ନମତେ ପ୍ରକାଶ କରିହେବ । ଅର୍ଥାତ୍

$$A = \sqrt{A_x^z + A_Y^z} = \sqrt{A_x^z + A_y^z} \quad ....(1.6)$$

ଏବଂ $\tan q = A_y / A_x$ ଓ $\tan f = \dfrac{A_Y}{A_X}$ ....(1.7)

ତେଣୁ ଏକ ସଦିଶର ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ଦିଆଯାଇଥିଲେ, ଉପରୋକ୍ତ ସମୀକରଣଗୁଡ଼ିକ ସାହାଯ୍ୟରେ ସଦିଶର ପରିମାଣ ଏବଂ ଦିଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ ।

1.6 ଏକକ ସଦିଶ (Unit Vector)

ବର୍ତ୍ତମାନ ଏକକ ସଦିଶ ସମ୍ବନ୍ଧେ କିଛି ଧାରଣା କରିବା । ଏହାର ନାମରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ ଏକକ ସଦିଶର ପରିମାଣ ଏକ ଏବଂ ଏହା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦିଗାଭିମୁଖୀ ହୋଇଥାଏ । ଏହାର କୌଣସି ଏକକ ବା ବିମିତି ନଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ସଦିଶ **A** କୁ ଆମେ **An** ରୂପେ ଲେଖି ପାରିବା ଯେଉଁଠି **A** ସଦିଶ ଦିଗରେ $\hat{n}$ (ଏନ୍‌କ୍ୟାପ୍) ଏକକ ସଦିଶ ଅଟେ । ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଯେ ସଦିଶଟିର ଦିଗ ସମ୍ପର୍କରେ ସୂଚନା ଦେବା ପାଇଁ ଏକକ ସଦିଶର ଅବତାରଣା କରାଯାଇଛି । **A**ର ପରିମାଣ A ଦ୍ୱାରା ସୂଚୀତ ହୁଏ । ନିର୍ଦ୍ଦେଶାଙ୍କ ଅକ୍ଷ ସମୂହ ଦଗରେ ଏକକ ସଦିଶଗୁଡ଼ିକର ମହତ୍ତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ରହିଛି । ସାଧାରଣତଃ x- ଅକ୍ଷ, y- ଅକ୍ଷ ଏବଂ z- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ନିଆଯାଉଥିବା ଏକକ ସଦିଶ ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି ଯଥାକ୍ରମେ $\hat{\mathbf{i}}$, $\hat{\mathbf{j}}$ ଓ $\hat{\mathbf{k}}$ । ଯଦି ସଦିଶ **A** ର ଉପାଂଶ ଗୁଡ଼ିକ x, y ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଯଥାକ୍ରମେ A_x ଓ A_y ହୁଏ, ତେବେ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା ଯେ

$$\mathbf{A} = A_x\,\hat{\mathbf{i}} + A_y\,\hat{\mathbf{j}} \quad ....(1.8)$$

ଅନ୍ୟ ଏକ ସଦିଶ **B** କୁ ସେହିପରି ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ ଯେ

$$\mathbf{B} = B_x\,\hat{\mathbf{i}} + B_y\,\hat{\mathbf{j}} \quad .... (1.9)$$

ତେଣୁ xy ସମତଳରେ ରହିଥିବା ଏହି ଦୁଇ ସଦିଶର ଯୋଗଫଳ ହେବ

$$\mathbf{A}+\mathbf{B} = (A_x + B_x)\,\hat{\mathbf{i}} + (A_y + B_y)\,\hat{\mathbf{j}} \quad \text{..........} (1.10)$$

ସେହିପରି ସଦିଶ **A** ତ୍ରି - ବିମିତୀୟ ସ୍ଥାନରେ ରହିଥିଲେ x, y ଏବଂ z ଅକ୍ଷଗୁଡ଼ିକ ଦିଗରେ ଏହାର ଉପାଂଶ ଗୁଡ଼ିକ ହେବେ ଯଥାକ୍ରମେ $A_x\hat{\mathbf{i}}$, $A_y\hat{\mathbf{j}}$ ଏବଂ $A_z\hat{\mathbf{k}}$ । ଅର୍ଥାତ୍ **A** ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ

$$\mathbf{A} = A_x\hat{\mathbf{i}} + A_y\hat{\mathbf{j}} + A_z\hat{\mathbf{k}}$$

ଅଦିଶ ଗୁଣନ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ x, y ଓ z ଦିଗରେ ଥିବା ଏକକ ସଦିଶ ଗୁଡ଼ିକର ଅଦିଶ ଗୁଣନଫଳ ନିମ୍ନମତେ ଲେଖାଯାଇ ପାରେ ।

$$\hat{\mathbf{i}}.\hat{\mathbf{i}} = 1,\ \hat{\mathbf{j}}.\hat{\mathbf{j}} = 1,\ \hat{\mathbf{k}}.\hat{\mathbf{k}} = 1 \text{ ଏବଂ } \hat{\mathbf{i}}.\hat{\mathbf{j}} = 0,\ \hat{\mathbf{j}}.\hat{\mathbf{k}} = 0,\ \hat{\mathbf{k}}.\hat{\mathbf{i}} = 0 \quad \text{........}(1.11)$$

ତେଣୁ xy- ସମତଳରେ ଥିବା ଦୁଇଟି ସଦିଶ $\vec{\mathbf{A}}$ ଓ $\vec{\mathrm{B}}$ ର ବିନ୍ଦୁ ଗୁଣନ ଫଳ ନିମ୍ନମତେ ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ ।

$$\mathbf{A}.\mathbf{B} = (A_x\hat{\mathbf{i}} + A_y\hat{\mathbf{j}}).(B_x\hat{\mathbf{i}} + B_y\hat{\mathbf{j}})$$

$$= A_xB_x(\hat{\mathbf{i}}.\hat{\mathbf{i}}) + A_xB_y(\hat{\mathbf{i}}.\hat{\mathbf{j}}) + A_yB_x(\hat{\mathbf{j}}.\hat{\mathbf{i}}) + A_yB_y(\hat{\mathbf{j}}.\hat{\mathbf{j}})$$

$$= A_xB_x + A_yB_y \quad \text{(ସମୀକରଣ (1.11) ର ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା)} \quad \text{..........}(1.12)$$

ଉଦାହରଣ 1.4

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାଙ୍କ ତନ୍ତ୍ରରେ (ସମସ୍ତ ଚାରିଟି ଅଂଶ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା) ନିମ୍ନ ସଦିଶଗୁଡ଼ିକୁ ଦର୍ଶାଅ । ସେଗୁଡ଼ିକର ପରମାଣ ଓ ଦିଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

$$\mathbf{A} = 4\hat{\mathbf{i}} + 0\hat{\mathbf{j}},\ \mathbf{B} = 0\hat{\mathbf{i}} + 5\hat{\mathbf{j}},\ \mathbf{C} = 4\hat{\mathbf{i}} + 5\hat{\mathbf{j}},\ \mathbf{D} = 6\hat{\mathbf{i}} - 4\hat{\mathbf{j}},$$

ସମାଧାନ : ଏଠାରେ ସଦିଶଗୁଡ଼ିକ ସେମାନଙ୍କର ଉପାଂଶ ଆକାରରେ ଦିଆଯାଇଛି । $\hat{\mathbf{i}}$ ସହ ଗୁଣନ କରାଯାଇଥିବା ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ x ଉପାଂଶ ଏବଂ $\hat{\mathbf{j}}$ ଦ୍ୱାରା ଗୁଣନ କରାଯାଇଥିବା ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ y ଉପାଂଶ । ସମସ୍ତ ସଦିଶଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାଙ୍କ ଗ୍ରୀଡ୍‌ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଅଛି (Fig 1.14) ।

A ର ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ହେଲେ $A_x = 4, A_y = 0$

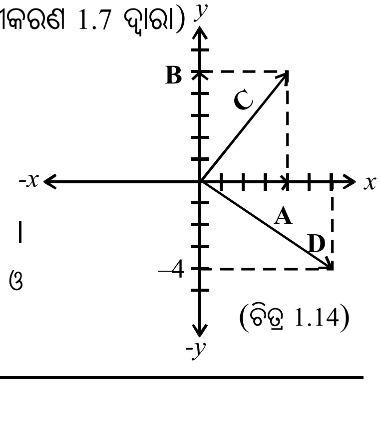
ତେଣୁ **A** ର ପରିମାଣ =4 ଏହାର ଦିଗ ହେଉଛି $\tan^{-1}\left(\frac{A_y}{A_x}\right)$ (ସମୀକରଣ 1.7 ଦ୍ୱାରା)

ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛି ଏହାର ଦିଗ x ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ରହିଛି ।

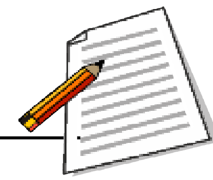
B ସଦିଶର x ଉପାଂଶ = 0 ଅର୍ଥାତ୍ $B_x = 0$ ଓ $B_y = 5$ ।

ତେଣୁ ଏହା y- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ରହିଅଛି ଏବଂ ଏହାର ପରିମାଣ 5 ଅଟେ ।

ଏବେ ସଦିଶ **C** କଥା ବିଚାର କରିବା । ଏହାର x- ଉପାଂଶ $C_x = 4$ ଓ



(ଚିତ୍ର 1.14)



ଟିପ୍ପଣୀ

y- ଉପାଂଶ $C_y = 5$ । ତେଣୁ ଏହାର ପରିମାଣ $C = \sqrt{4^2 + 5^2}$

$= \sqrt{41}$ ।

ଏହା x- ଅକ୍ଷ ସହ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା କୋଣଟି ହେଉଛି $\tan^{-1}(C_y/C_x) = \tan^{-1}\left(\frac{5}{4}\right) = \tan^{-1}(1.25) =$ 51.3^0 । ସେହିପରି **D** ର ପରିମାଣ

$D = \sqrt{D_x^z + D_y^z} = \sqrt{6^2 + (-4)^2} = \sqrt{36+16} = \sqrt{52}$ ଏବଂ ଏହା x- ଅକ୍ଷ ସହ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା କୋଣ = $\tan^{-1}\left(\frac{-4}{6}\right)$

$= \tan^{-1}(-0.667) = -33.7^0$ (ଚତୁର୍ଥ ଚତୁର୍ଥାଂଶରେ)

ଉଦାହରଣ 1.5 : ଉଦାହରଣ 1.4 ରେ ଦତ୍ତ ସଦିଶ **C** ଓ **D** ପାଇଁ **C.D** ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ : ସମୀକରଣ 1.12 ଅନୁଯାୟୀ $\mathbf{C.D} = C_xD_x + C_yD_y = 4.6 + 5.(-4) = 24 - 20 = 4$

ଦୁଇଟି ସଦିଶର ସଦିଶ ଗୁଣନ ଫଳ ମଧ୍ୟ ଏକକ ସଦିଶଗୁଡ଼ିକ ଆକାରରେ ଲେଖା ଯାଇପାରେ । ଏଥିପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଏକକ ସଦିଶଗୁଡ଼ିକର ସଦିଶ ଗୁଣନ ଫଳ ଆବଶ୍ୟକ । ଯେହେତୁ $\hat{i}$ ଓ $\hat{j}$ ମଧ୍ୟରେ କିମ୍ବା $\hat{j}$ ଓ $\hat{k}$ ମଧ୍ୟରେ କିମ୍ବା $\hat{i}$ ଓ $\hat{k}$ ମଧ୍ୟରେ କୋଣଗୁଡ଼ିକ ସମକୋଣ, ତେଣୁ $\hat{i} \times \hat{j}$ ର ପରିମାଣ ବା $|\hat{i} \times \hat{j}| = 1$ । ଏହାର ଦିଗ $\hat{i}$ ଓ $\hat{j}$ ରହିଥିବା xy ସମତଳ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଅଟେ ଯାହାକି z- ଅକ୍ଷର ଦିଗ । ଦକ୍ଷିଣ ହସ୍ତ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଯଥାର୍ଥ ଦିଗଟି ହେବ ପଜିଟିଭ୍ x- ଅକ୍ଷର ଦିଗ ଅର୍ଥାତ୍ $\hat{k}$ ର ଦିଗ । ତେଣୁ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା ଯେ $\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$ ....(1.13)

ସେହି ନିୟମରେ ଦର୍ଶାଯାଇ ହେବ ଯେ

$$\hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}, \quad \hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}, \quad \hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k}, \quad \hat{k} \times \hat{j} = -\hat{i}, \quad \hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j} \qquad (1.14)$$

ଏବଂ $\hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k} = 0$ .... (1.15)

ଉଦାହାରଣ - 1.6 : ଉଦାହରଣ 1.4 ରେ ଦତ୍ତ **C** ଓ **D** ସଦିଶ ଗୁଡ଼ିକର ସଦିଶ ଗୁଣନ ଫଳ ବା କ୍ରସ୍ ଗୁଣନଫଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ : ସୂତ୍ର 1.13, 1.14 ଓ 1.15 କୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଲେଖି ହେବ ଯେ

$$\mathbf{C} \times \mathbf{D} = (4\hat{i} + 5\hat{j}) \times (6\hat{i} - 4\hat{j})$$

$$= 24(\hat{i} \times \hat{i}) - 16(\hat{i} \times \hat{j}) + 30(\hat{j} \times \hat{i}) - 20(\hat{j} \times \hat{j})$$

$$= 0 - 16\hat{k} + 30(-\hat{k}) - 0$$

$$= -16\hat{k} - 30\hat{k} = -46\hat{k}$$

ଟିପ୍ପଣୀ

ତେଣୁ **C** ଓ **D** ର କ୍ରସ୍ ଗୁଣନ ଫଳ 46 ପରିମାଣ ବିଶିଷ୍ଟ ନେଗେଟିଭ୍ z ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଏକ ସଦିଶ । **C** ଓ **D** xy ସମତଳରେ ଥିବାରୁ ଏହି କ୍ରସ୍ ଗୁଣନ ଫଳ ଏହି ସମତଳ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଅର୍ଥାତ୍ ନେଗେଟିଭ୍ z- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ହେବ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 1.5

1. ସଦିଶ **A** xy ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ତନ୍ତ୍ରରେ x- ଅକ୍ଷ ସହିତ 60^0 କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଏହାର ପରିମାଣ 50 ଏକକ ହେଲେ x ଓ y ଦିଗରେ ଏହାର ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ଯଦି ସମପରିମାଣ ବିଶିଷ୍ଟ ଅନ୍ୟ ଏକ ସଦିଶ **B** ସେହି ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ତନ୍ତ୍ରରେ x- ଅକ୍ଷ ସହିତ 30^0 କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ ତେବେ ଏହାର ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ପ୍ରଥମ ଉପାଂଶ ଗୁଡ଼ିକ ସହିତ ଏଗୁଡ଼ିକ ସମାନ କି ?

   ....

2. ଦୁଇଟି ସଦିଶ **A** ଓ **B** ହେଉଛନ୍ତି ଯଥାକ୍ରମେ $3\hat{i}-4\hat{j}$ ଏବଂ $-2\hat{i}+6\hat{j}$ । ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ତନ୍ତ୍ରରେ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଦର୍ଶାଅ । ସେମାନଙ୍କ ପରିମାଣ ଓ ସେମାନେ x- ଅକ୍ଷ ସହ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା କୋଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର (ଚିତ୍ର - 1.14 ଦେଖ) ।

   ....

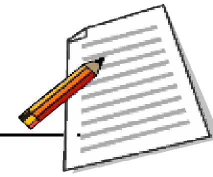
3. ପ୍ରଶ୍ନ - 2 ରେ ଦତ୍ତ ସଦିଶମାନଙ୍କର ବିନ୍ଦୁଗୁଣନ ଫଳ ଏବଂ କ୍ରସ୍ - ଗୁଣନ ଫଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

   ....

ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆଲୋଚିତ ପାଠ ଗୁଡ଼ିକରୁ ତୁମେ ଶିଖିଲ ଯେ ଏକ ସମୀକରଣର ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ପଦ ସମ ବିମିତି ବିଶିଷ୍ଟ ହେବ । ସଦିଶ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ଆଲୋଚନାରୁ ଏଥି ସହିତ ଆମେ ଯୋଗ କରି ପାରିବା ଯେ **"ସମୀକରଣଟି ଠିକ୍ ହେବ ଯଦି ଏହାର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଦ ସମ ଅଭିଲକ୍ଷଣ ବିଶିଷ୍ଟ ହୁଏ ଅର୍ଥାତ୍ ଏହାର ସମସ୍ତ ପଦ ସଦିଶ ହେବ କିମ୍ବା ସମସ୍ତ ପଦ ଅଦିଶ ହେବ ।"**

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

- ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭୌତିକ ରାଶିର ମାପ କୌଣସି ଏକ ଏକକରେ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏହା ସେହି ଏକକରେ ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ । ବୈଜ୍ଞାନିକ ପ୍ରତିବେଦନ ନିମିତ୍ତ ସାର୍ବଜନୀନ ରୂପେ SI ପଦ୍ଧତି ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଛି ଏବଂ ଅନୁସୃତ ହେଉଛି ।
- ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ଲମ୍ବ ଓ ସମୟ ପାଇଁ ଅନୁସୃତ ମୌଳିକ SI ଏକକ ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ kg, m ଓ s ଏବଂ ଏଥିସହ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ ଏକକ ଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟ ରହିଅଛି ।
- ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭୌତିକରାଶିର ବିମିତି ରହିଛି । ସମୀକରଣର ନିର୍ଭୁଲତା ଯାଞ୍ଚ କରିବା ପାଇଁ ବିମିତୀୟ ବିଶ୍ଳେଷଣ ଏକ ଉପାଦେୟ ସାଧନ ଅଟେ ।
- ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ସାଧାରଣତଃ ଦୁଇ ପ୍ରକାର ରାଶି ଦେଖିବାକୁ ପାଉ, ଅଦିଶ ରାଶି ଓ ସଦିଶ ରାଶି । ଅଦିଶ ଗୁଡ଼ିକର କେବଳ ପରିମାଣ ଥାଏ ଏବଂ ସଦିଶ ଗୁଡ଼ିକର ଉଭୟ ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ଥାଏ ।
- ସଦିଶ ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ସାମନ୍ତରିକ କ୍ଷେତ୍ର ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଯୋଗ କରାଯାଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

- ଦୁଇଟି ସଦିଶ ରାଶିର ଅଦିଶ ଗୁଣନ ଫଳ ଏକ ଅଦିଶ ରାଶି ହୁଏ ।
- ଦୁଇଟି ସଦିଶରାଶିର ସଦିଶ ଗୁଣନ ଫଳ ଅନ୍ୟ ଏକ ସଦିଶ ରାଶି ହୁଏ ଯାହାକି ସେ ଦୁଇ ସଦିଶ ରହିଥିବା ସମତଳ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ହୁଏ ।
- ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ନିର୍ଦ୍ଦେଶାଙ୍କ ତନ୍ତ୍ରର ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଏକ ସଦିଶର ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ବିଯୋଜିତ କରାଯାଇପାରେ ।

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳି

1. ବହୁତ ବଡ଼ ଦୂରତ୍ୱ ମାପିବା ନିମିତ୍ତ "ଆଲୋକ ବର୍ଷ" ନାମକ ଏକକ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଶୂନ୍ୟରେ କିମ୍ବା ବାୟୁ ମଧ୍ୟରେ ଆଲୋକ ଏକ ବର୍ଷରେ ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଦୂରତାକୁ "ଆଲୋକ ବର୍ଷ" କହନ୍ତି । ଆଲୋକ ବର୍ଷକୁ ମିଟରରେ ପ୍ରକାଶ କର । ଆଲୋକର ବେଗ (ଶୂନ୍ୟରେ) $3 \times 10^8\ ms^{-1}$ ବୋଲି ଧରିନିଅ ।

2. ଉଲ୍‌କା ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି ପଥରର ଛୋଟ ଛୋଟ ଖଣ୍ଡ ଯାହା ସମୟ ସମୟରେ ଅତି ଉଚ୍ଚ ବେଗରେ ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରବେଶ କରନ୍ତି । ତଦ୍ୱାରା ସେଗୁଡ଼ିକ ବହୁ ପରିମାଣରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ପୂରାପୂରି ଜଳି ପାଉଁଶ ହୋଇ ଯିବା ପୂର୍ବରୁ ଅତି ଅଳ୍ପ ସମୟ ପାଇଁ ବିକିରଣ କରନ୍ତି । ଫଳତଃ ଦେଖାଯାଉଥିବା ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ଆଲୋକରେଖାକୁ "ଖସିପଡୁ ଥିବା ତାରା" ବୋଲି କହନ୍ତି, ଯଦିଓ ସେଗୁଡ଼ିକ ତାରା ନୁହଁନ୍ତି । ଏକ ଉଲ୍‌କାର ବେଗ $51\ kms^{-1}$ ଅଟେ । କିନ୍ତୁ 20^0c ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁ ମଧ୍ୟରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ $340\ ms^{-1}$ ଅଟେ । ଉକ୍ତ ଦୁଇଟି ବେଗର ଅନୁପାତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

3. ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ u ସହିତ ସମତ୍ୱରଣ a ରେ ଗତିଶୀଳ ଏକ କଣିକା ଦ୍ୱାରା t ସମୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇଥାଏ । ବିମିତୟ ବିଶ୍ଳେଷଣ ବ୍ୟବହାର କରି ସମୀକରଣଟିର ସତ୍ୟତା ପରୀକ୍ଷା କର ।

4. ପରସ୍ପର ଠାରୁ r ଦୂରତାରେ ରହିଥିବା m_1 ଓ m_2 ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି କଣିକା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷକ ବଳର ପରମାଣ ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କର ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ

$$F = G\,\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

ବ୍ୟଞ୍ଜକ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ, ଯେଉଁଠି G କୁ ସାର୍ବତ୍ରିକ ମହାକର୍ଷଣ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ କହନ୍ତି । G ର ବିମିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

5. ହମିଦା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦିଗରେ ଏକ ଟେବୁଲ୍‌କୁ 10N ବଳଦ୍ୱାରା ଠେଲୁଅଛି । ସେହି ସମୟରେ ତାର ସାଙ୍ଗ ଲୀଳା ସେହି ଟେବୁଲ୍‌ଟିକୁ ୪ N ବଳ ଦ୍ୱାରା ହମିଦା ଠେଲୁଥିବା ଦିଗ ସହିତ 60^0 କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା ଦିଗରେ ଠେଲୁଅଛି । ଟେବୁଲ୍‌ଟି ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ପରିଣାମୀ ବଳର ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

6. ଦୁଇଟି ସଦିଶର ବିନ୍ଦୁ ଗୁଣନ ଦ୍ୱାରା ଏକ ଭୌତିକ ରାଶି ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ଏହି ରାଶିଟି ଅଦିଶ କି ସଦିଶ ଲେଖ । ଦୁଇଟି ସଦିଶର କ୍ରସ୍-ଗୁଣନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରାପ୍ତ ଭୌତିକ ରାଶିଟିର ପ୍ରକୃତି କ'ଣ ହୁଏ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

7. ଜନ୍ ଏକ ଗାଡ଼ିକୁ ଭୂପୃଷ୍ଠ ସହ ସମାନ୍ତର ଏକ ଦିଗରେ ଟାଣିବାକୁ ଚାହୁଁଛି । ତାର ସାଙ୍ଗ ରାମୁ କିନ୍ତୁ କହୁଛି ଯେ ଭୂପୃଷ୍ଠ ସହିତ 30^0 କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା ଦିଗରେ ଗାଡ଼ିଟକୁ ଟାଣିଲେ ସହଜ ହେବ । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କିଏ ଠିକ କହୁଛି ଏବଂ କାହିଁକି ?

8. $(5\hat{\mathbf{i}} - 3\hat{\mathbf{j}})$ ଏବଂ $(3\hat{\mathbf{i}} - 5\hat{\mathbf{j}})$ ଦୁଇଟି ସଦିଶ ଅଟନ୍ତି । ସେଗୁଡ଼ିକର ଅଦିଶ ଓ ସଦିଶ ଗୁଣନ ଫଳ କଳନା କର ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର

1.1

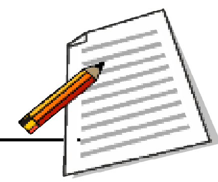
1. ସୂର୍ଯ୍ୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 2×10^{30}kg
ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 2×10^{-27}kg
ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟନ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟା = $\dfrac{2 \times 10^{30}\,\text{kg}}{2 \times 10^{-27}\,\text{kg}} = 10^{57}$

2. 1 ଆଙ୍ଗଷ୍ଟ୍ରମ୍ $(1\overset{0}{\text{A}}) = 10^{-8}\,\text{cm} = 10^{-10}\text{m}$
1 ନାନୋମିଟର (nm) = 10^{-9} m
$1\text{nm} / 1\overset{0}{\text{A}} = 10^{-9}\text{m} / 10^{-10}\text{m} = 10$
$\therefore 1\text{ nm} = 10\overset{0}{\text{A}}$

3. $1370\text{kH}_Z = 1370 \times 10^3\text{Hz} = (1370 \times 10^3) / 10^9\text{GHz} = 1.370 \times 10^{-3}$ GHz
Hz 1 ହେକା ମିଟର (dam) = 10m
1 ଡେସି ମିଟର (dm) = 10^{-1}m
$\therefore 1\text{ dam} = 100\text{ dm}$
$1\text{ MW} = 10^6\text{ W}$
$1\text{ GW} = 10^9\text{ W}$
$\therefore 1\text{ GW} = 10^3\text{ MW}$

1.2

1. ଲମ୍ବର ବିମିତି = L
ସମୟର ବିମିତି = T
g ର ବିମିତି = LT^{-2}
ମନେକର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ t ହେଉଛି L^a ଓ $\mathbf{g}^b$ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ।
ତେବେ ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱର ବିମିତି ଲେଖିଲେ ଆମେ ପାଇବା
$T = L^a (LT^{-2})^b = L^{a+b}\ T^{-2b}$
ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ L ଓ T ର ଘାତ ତୁଳନା କଲେ,
$a+b = 0$ ଏବଂ $-2b = +1$
$\Rightarrow 2b = -1$ ବା $b = -\dfrac{1}{2}$
$\therefore a = 0 - \left(-\dfrac{1}{2}\right) = \dfrac{1}{2} \quad \therefore T \propto \sqrt{\dfrac{l}{g}}$



ଟିପ୍ପଣୀ

2. a ର ବିମିତି = LT^{-2}

υ ର ବିମିତି = LT^{-1}

r ର ବିମିତି = L

ମନେକର a ହେଉଛି υ^{a} ଓ r^{b} ସହ ସମାନୁପାତୀ ।

ତେବେ ବିମିତୀୟ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ $LT^{-2} = (LT^{-1})L^{b} = L^{a+b}\,T^{-a}$

ଏଣୁ L ଓ T ର ଘାତ ତୁଳନା କରିବା ଦ୍ୱାରା

$a+b = 1$ ଓ $-a = -2$

\ $a = 2$ ଏବଂ $b = 1 - 2 = -1$

\ $a \propto \upsilon^2/r$

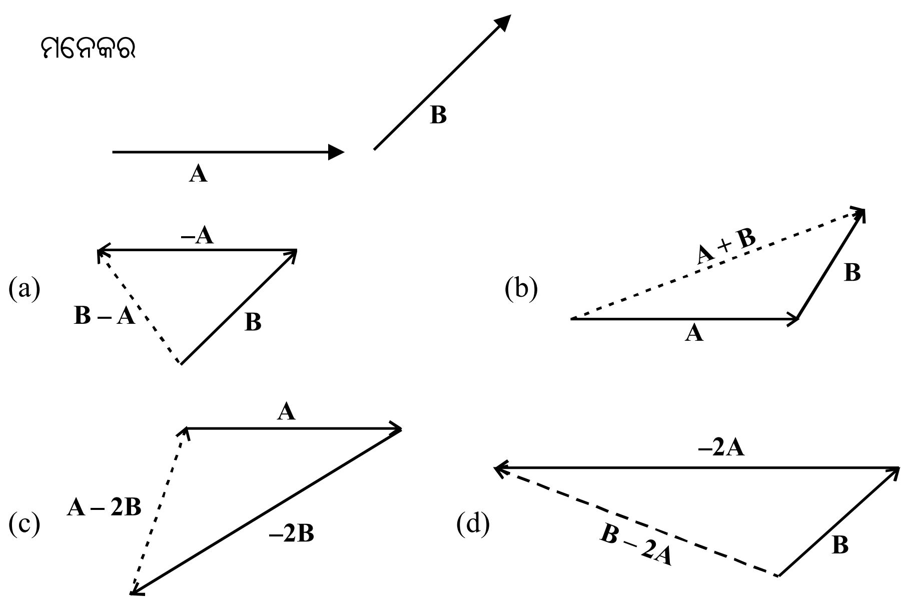
3. $m\upsilon$. ର ବିମିତି = MLT^{-1}

Ft ର ବିମିତି = $MLT^{-2} \cdot T^{-1} = MLT^{-1}$

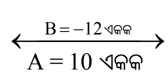
ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱର ବିମିତି ସମାନ ଅଟେ । ଏଣୁ ସମୀକରଣଟି ବିମିତୀୟ ଭାବରେ ଠିକ୍ ଅଟେ ।

1.3

1. ମନେକର

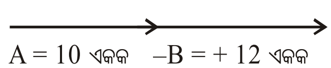


2. $\dfrac{\mathbf{A}}{10\text{ଏକକ}}$ $\dfrac{\mathbf{B}}{12\text{ଏକକ}}$

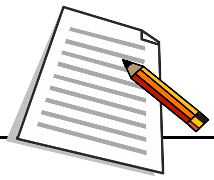


\ **A + B =** 10 +(–2) = –2 ଏକକ

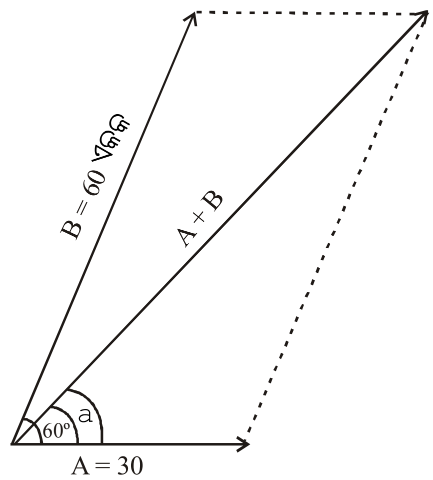
ଏବଂ



\ A - B = (10 + 12) = 22 ଏକକ



3.



.. = 77 ଏକକ

1.4

1. ଯଦି **A** ଓ **B** ସମାନ୍ତର ହୁଅନ୍ତି, ସେମାନଙ୍କର ଅନ୍ତର୍ଗତ କୋଣ 0^0 ହେବ । ତେଣୁ ସେମାନଙ୍କର କ୍ରସ୍ ଗୁଣନଫଳ **A** × **B** = AB sin $\theta = 0$ । ଯଦି ସେମାନେ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ସମାନ୍ତର ହୁଅନ୍ତି, ତେବେ ସେମାନଙ୍କର ଅନ୍ତର୍ଗତ କୋଣ ହେବ 180^0 । ତେଣୁ **A** × **B** = 0 AB sin $180^0 = 0$ ଯେହେତୁ sin $180^0 = 0$

2. ଯଦି **B** ର ପରିମାଣ ଅଧା ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ସମତଳ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ ତେବେ ସଦିଶ ଗୁଣନଫଳ **C**= **A** × **B** ର ଦିଗ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ ।

3. ଯେହେତୁ ସଦିଶ **A** ଓ **B** ର ସମତଳ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ନାହିଁ ଏବଂ ସେମାନେ ସେହି ଏକା ସମତଳରେ ହି ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରନ୍ତି ତେଣୁ **C** = **A** × **B** ର ଦିଗ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ ।

4. ମନେକର **A** ଓ **B** କୁ ଏକ ସମତଳରେ ରଖି ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କୋଣକୁ 0^0 ଓ 180^0 ପରିମାଣ କଲେ, **C** = **A** × **B** ର ଦିଗ **A** ଓ **B** ର ସମତଳ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଭାବେ ରହେ । ଯେତେବେଳେ ସେମାନଙ୍କର ଅନ୍ତର୍ଗତ କୋଣ 180^0 ରୁ ଅଧିକ ହୁଏ ସେତେବେଳେ **C** ର ଦିଗ **A** ଓ **B** ର ସମତଳ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରହେ କିନ୍ତୁ ପୂର୍ବ ଦିଗର ବିପରୀତ ମୁଖ୍ୟ ହୁଏ ।

5. ଯଦି **A** ଓ **B** ଯଥାକ୍ରମେ x- ଅକ୍ଷ ଓ y- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ରହନ୍ତି ତେବେ ତେବେ ସେମାନେ ଅବସ୍ଥାନ କରୁଥିବା ସମତଳଟି xy ସମତଳ । ତେଣୁ **C** = **A** × **B** ର ଦିଗ z ଅକ୍ଷର ଦିଗରେ ରହେ । ଯଦି **A** ଓ **B** ଯଥାକ୍ରମେ y- ଅକ୍ଷ ଓ x- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ରହେ ତେବେ **C** =**A** × **B** ର ଦିଗ ଓଲଟି ଯାଏ, ଅର୍ଥାତ୍ ନେଗେଟିଭ୍ -z- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ରହେ ।

6. (a) $\mathbf{A} . \mathbf{B} = |\mathbf{A}|\ |\mathbf{B}| \cos\theta = 0$ ଯେତେବେଳେ $\theta = 90^0$

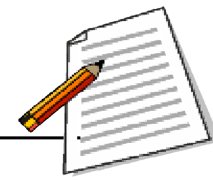
   (b) $\mathbf{A} \times \mathbf{B} = \hat{n}|\mathbf{A}|\ |\mathbf{B}| \sin 90^0 = \hat{n}|\mathbf{A}|\ |\mathbf{B}|$, ଯେହେତୁ $\sin 90^0 = 1$

   (ଏଠାରେ $\hat{n}$ ହେଉଛି **A** ଓ **B** ର ସମତଳ ପ୍ରତି ଲମ୍ବଭାବେ ଥିବା ଏକକ ସଦିଶ)

1.5

1. x - ଅକ୍ଷ ସହିତ **A** , 60^0 କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିଲେ

$$A_x = A\cos 60^0 = 50 \times \frac{1}{2} = 25 \text{ ଏକକ}$$



ଟିପ୍ପଣୀ

$A_y = A \sin 60^0 = 50 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 50 \times 0.866 = 43.3$ ଏକକ

B ସଦିଶ x- ଅକ୍ଷ ସହ 30^0 କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିଲେ

$B_x = B \cos 30^0 = 50 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 50 \times 0.866 = 43.3$ ଏକକ

$B_y = B \sin 30^0 = 50 \times \frac{1}{2} = 25$ ଏକକ

ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଉପାଂଶଗୁଡ଼ିକ ସମାନ ନୁହଁନ୍ତି ।

2. ଚିତ୍ର 1.14 ରେ ଥିବା ନିର୍ଦ୍ଦେଶାଙ୍କ ଗ୍ରିଡ୍‌ରେ ସଦିଶ ଗୁଡ଼ିକର ସ୍ଥିତି ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ମନେକର **A** , x- ଅକ୍ଷ ସହିତ . କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ ।

ତେବେ $\tan q = -4/3$ Þ $q = \tan^{-1}(-4/3)$

$= -53^0 6'$ କିମ୍ବା $306^0 54'$

ଯଦି **B** , x- ଅକ୍ଷ ସହିତ f^0 କୋଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ ।

ତେବେ $\tan f = 6/-2 = -3$ Þ $f = \tan^{-1}(-3) = 108^0 24''$

3. **A** ଓ **B** ର ବିନ୍ଦୁ ଗୁଣନ ଫଳ :

$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = (3\hat{\mathbf{i}} - 4\hat{\mathbf{j}})\ (-2\hat{\mathbf{i}} + 6\hat{\mathbf{j}})$

$= -6\,(\hat{\mathbf{i}} \cdot \hat{\mathbf{i}}) - 24\,(\hat{\mathbf{j}} \cdot \hat{\mathbf{j}}) = -30$

$\because\ \hat{\mathbf{i}} \cdot \hat{\mathbf{j}} = \hat{\mathbf{j}} \cdot \hat{\mathbf{i}} = 0$ ଏବଂ $\hat{\mathbf{i}} \cdot \hat{\mathbf{i}} = \hat{\mathbf{j}} \cdot \hat{\mathbf{j}} = 1$

A ଓ **B** ର କ୍ରସ୍-ଗୁଣନ ଫଳ :

$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = (3\hat{\mathbf{i}} - 4\hat{\mathbf{j}}) \times (-2\hat{\mathbf{i}} + 6\hat{\mathbf{j}})$

$= 18\,(\hat{\mathbf{i}} \times \hat{\mathbf{j}}) + 8\,(\hat{\mathbf{j}} \times \hat{\mathbf{i}})$

$= 18\hat{\mathbf{k}} - 8\hat{\mathbf{k}} = 10\hat{\mathbf{k}}$

$\because$ **A** ଓ **B** xy - ସମତଳରେ ରହିଛନ୍ତି; ତେଣୁ ସେମାନଙ୍କର କ୍ରସ୍ - ଗୁଣନଫଳ z- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ରହେ ।

ପାଠାନ୍ତ ଗଣିତଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର

1. 1 ଆଲୋକ ବର୍ଷ ବା 1 ly = 9.4673×10^{15}m

2. ଉଲ୍‌କାର ବେଗ / 20^0C ରେ ବାୟୁରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ = $\frac{51}{340} = \frac{3}{20}$

5. 15.84 N ଏବଂ $a = \tan^{-1}(0.5)$

8. $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = 30$

$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = (5\hat{\mathbf{i}} - 3\hat{\mathbf{j}}) \times (3\hat{\mathbf{i}} - 5\hat{\mathbf{j}}) = \mathbf{C}$

$|\mathbf{C}| = 16$ ଏକକ ଏବଂ ଏହା -z ଦିଗରେ ରହିବ ।