সমোন্নতি রেখার দূরত্ব = [illegible]

উদাহরণ : A বিজ্ঞু থেকে দুটি কেন্দ্র বিমুখ সরলরেখা AB ও AC 60° দূরে অবস্থিত যাদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 3 ও 6 মি.। A, B ও C বিজ্ঞুর R.L. যথাক্রমে 4, 6 ও 5.6 মি.। এদের মধ্য দিয়ে 5 মি, সমোন্নতি রেখা অংকন করুন।

মানচিত্রে 1 সেমি ও ভূমি দূরত্ব 1 মি স্কেলে 3 ও 6 সেমি দু'টি সরল রেখা 60° কোণ করে আঁকা হল ও A, B ও C বিজ্ঞুকে চিহ্নিত করে তাদের R.L. এর মান নির্দেশ করা হল।

ইন্টারপোলেশন পদ্ধতিতে 5 মি সমোন্নতি রেখার দূরত্ব নির্ণয়—

(1) AB রেখার উপর 5 মি সমোন্নতি রেখার অবস্থান

সমোন্নতি রেখার দূরত্ব = $\frac{3 \text{ [illegible]} 4 \text{ [illegible]}}{2 \text{ [illegible]}}$

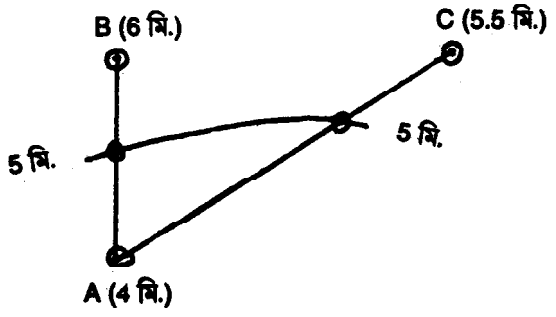
$$= \frac{3 \times 1}{2} \text{ সেমি} = 1.5 \text{ সেমি}$$

AC রেখার উপর 5 মি, সমোন্নতি রেখার অবস্থান

সমোন্নতি রেখার দূরত্ব = $\frac{6 \text{ [illegible]} 4 \text{ [illegible]}}{1.5 \text{ [illegible]}}$

$$= \frac{6}{1.5} \text{ সেমি} = 4 \text{ সেমি}$$

দুটি রেখার উপর 5 মি. সমোন্নতি রেখার দূরত্ব নির্দিষ্ট করে একটি মসৃণ সমোন্নতি রেখা আঁকা হল জ্ঞচিত্র 3.4).



B ও C বিজ্ঞু অপেক্ষা
A বিজ্ঞুর R. L কম, তাই

চিত্র নং হ্ণ. 3.4

3.9.1 সমোন্নতি রেখা অংকন

ট্র্যভার্স লাইন বরাবর ও ওই লাইনের উভয়দিকে বিভিন্ন বিন্দুর (off set points) R.L.-এর সাহায্যে কোন এলাকার বা কোন ট্র্যাভার্স ক্ষেত্রের সমোন্নতি রেখা মানচিত্র আঁকা হয়। এখানে দুটি কেন্দ্রাতিগ রেখার (radial lines) উপর বিভিন্ন বিন্দুর R.L. এর সাহায্যে ক্ষসারণী 3.2) সমোন্নতি রেখা অংকন পদ্ধতি দেখানো হল ক্ষচিত্র নং 3.5)।

অংকন প্রণালী

(i) প্রিজম্যাটি কম্পাসের সাহায্যে একটি ষ্টেশন (A) থেকে দুটি লাইনের (AB, AC) প্রা৫ দূরত্ব ও দিগংশ নিয়ে স্কেল অনুযায়ী দুটি রেখা অংকন করুন।

(ii) ডাম্পি লেভেল জরিপ থেকে প্রা৫ প্রথম ষ্টেশন (A) ও দুই কেন্দ্রাতিগ লাইনের উপর বিভিন্ন বিন্দুর স্টাফ রিডিং এর সাহায্যে R.L. নির্ণয় করে প্রতিটি বিন্দুর পাশে লিখুন।

(iii) নির্দিষ্ট ব্যবধানে সমোন্নতি রেখার সন্নিবেশ (interpolation) করে তা অংকন করুন।

সারণী নং—3.2
ফিল্ড বই
সমোন্নতি রেখা অংকন
প্রিজম্যাটিক কম্পাস ও ডাম্পি লেভেল দ্বারা

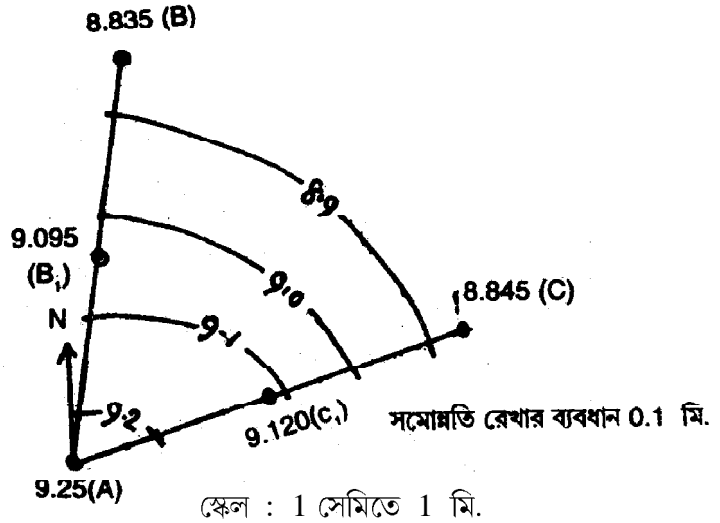
স্থান : তাং :

যন্ত্র নং : (i) প্রিজম্যাটিক কম্পাস সময় :

(ii) ডাম্পি লেভেল নাম/রোল নং :

চৌম্বক দিগংশ	বিন্দু	দূরত্ব ক্ষমি.ৰ	স্টাফ রিডিং ক্ষমি.ৰ			কলিমেশন উ২চতা ক্ষমি.ৰ	R.L. ক্ষমি.ৰ	মন্তব্য
			B.S	I.S	F.S			
10°30′	A	0	1.150			10.400	9.250	বেঞ্চ মার্ক 9.25
	B_1	3		1,305		,,	9.095	
	B	6		1,565		,,	8.835	
75°0′	C_1	3		1.280		,,	9.120	
	C	6			1.555	,,	8.845	

গাণিতিক পদ্ধতি মিলাইয়া দেখুন : ΣB.S. ~ ΣF.S. = শেষ R.L. ~ প্রথম R.L.
= 1.150 ~ 1.555 = 8.845 ~ 9.250
= 0.405 = 0.405



স্কেল : 1 সেমিতে 1 মি.

চিত্র নং : 3.5

3.10 ডাম্পি লেভেলে ভুলের উৎস হ্ল.

ডাম্পি লেভেল সার্ভেতে ভুলের মূল উৎসগুলি হল হ্ল. যন্ত্রগত, পর্যবেক্ষণগত ও প্রকৃতিগত। এগুলি সম্বণ্ধে ট্র্যাভার্স জরিপ সময়ে আলোচনা করা হয়েছে। তথাপি লেভেলিং কাজের সময় যন্ত্রগত ভুলগুলি আসে ত্রুটিপূর্ণ ফুট স্ক্রু, বাব্‌ল টিউব, টেলিস্কোপ ও বাব্‌লের ভুল অ্যাডজাস্টমেন্ট হ্ল, ত্রুটিপূর্ণ ফোকাসিং টিউব এবং স্ট্যাফের মাত্রাবিভাগের ভুল থাকে। পর্যবেক্ষণগত ভুলগুলি হল হ্ল. ঠিক মত ও যত্নসহকারে লেভেলিং না করা, স্ট্যাফকে খাড়া করে দাঁড় না করানো এবং রিডিং নেওয়া এবং রিডিং ঠিক মত ফিল্ড বইতে না নথিভুশু করা। আলোকগত, প্যারালাক্স প্রকৃতিগত ভুলগুলি হল হ্ল. প্রবল বাতাস, তীব্র সূর্যালোক, প্রচন্ড উত্তাপ, ভূপৃষ্ঠের বক্রতা ও প্রতিসরণ।

অনুশীলনী : A ষ্টেশনে বেঞ্চমার্ক 8.75মি. ধরে প্রদত্ত স্ট্যাফ রিডিং থেকে R.L. নির্ণয় করুন ও তিনটি কেন্দ্র বিমুখ রেখার উপর সমোন্নতি রেখা অংকন করুন।

স্টেশন	রেখা	দিগংশ	বিচ্ছু	দূরত্ব	স্টাফ রিডিং ম্ত্রমি.ৰ		
				ম্ত্রমি.ৰ	**B.S.**	**I.S.**	**F.S.**
O	OA	345°36	0	0	1.230		
			A_1	3		1.320	
			A_2	6		1.330	
A			A	9		1.200	
O	OB	17°30′	B_1	3		1.320	
			B_2	6		1.310	
B			B	9		1.310	
O	OC	52°	C_1	3		1.280	
			C_2	6		1.305	
C			C	9			1.350

3.11 প্রশ্না বলী হ্ল.

1. নিম্নলিখিত পরিভাষাগুলির সংজ্ঞা দিন
   লেভেল পৃষ্ঠ, কলিমেশন লাইন, ডেটাম পৃষ্ঠ, বেঞ্চমার্ক।
2. লেভেলিং ও সার্ভেইং এর মূল পার্থক্য কি?
3. রিডিউসড লেভেল নির্ণয়ের জন্য কিভাবে ফিল্ড বই তৈরী করবেন?
4. ডাম্পি লেভেল সার্ভে থেকে নিম্নলিখিত স্টাফ রিডিং মিটারে পাওয়া গেছে।
   3.864, 3.346, 2.932, 1.952, 0.854, 3.796, 2.639, 1.542, 1.934, 0.8764, 0.665
   পঞ্চম ও অষ্টম রিডিং এর পর লেভেলকে সরানো হয়েছে। প্রথম স্টেশনের বেঞ্চমার্ক (B.M) 150.250 মি.। এর জন্য ফিল্ড বই তৈরী করুন এবং আর. এল হিসাব করে পার্শ্বচিত্র অংকন করুন।

5. একটি ঢালু ভূমির উপর 30 মি. অন্তর 4 মিটারের স্টাফ নিয়ে পরপর নিম্নলিখিত রিডিং নেওয়া হয়েছে। 0.780, 1.353, 2.430, 3.480, 1.155, 2.365, 3.640, 0.935, 2.545 প্রথম বিজ্ঞুর R.L. 20.350 মি. যথোপযুক্ত ফিল্ড বইতে রিডিং নথীভুক্ত করুন ও আর. এল হিসাব করুন। প্রথম ও শেষ বিজ্ঞুর গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় করুন।

3.12 উত্তর সংকেত

1. 3.3 দ্রষ্টব্য
2. 3.2 দ্রষ্টব্য
3. সারণী 3.1 দ্রষ্টব্য
4. F.S .854, 1.452, 0.665
5. B.S 0.780, 1.155, 0.935

একক 4 থিওডোলাইট সার্ভে

গঠন

4.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

4.2 ট্রানজিট থিওডোলাইট

4.2.1 থিওডোলাইটে বিভিন্ন স্ক্রুএর ব্যবহার

4.2.2 থিওডোলাইট সার্ভেতে বেশী ব্যবহৃত দুটি শব্দ ও তার অর্থ

4.3 ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং

4.3.1 থিওডোলাইটের সাহায্যে দুটি বিন্দুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয়

4.3.2 থিওডোলাইটের সাহায্যে উলম্ব কোণ নির্ণয়

4.4 বস্তুর উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয়

4.4.1 অভিগম্য তলদেশ অবস্থানে বস্তুর উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয়

4.4.2 অগম্য তলদেশ অবস্থানে বস্তুর উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয়

4.4.2.1 সমান উলম্বতল পদ্ধতি

4.4.2.2 তির্যকতল পদ্ধতি

4.6 প্রশ্নাবলি

4.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

ভূ-পৃষ্ঠের উপর, যেসব বস্তু দাঁড়িয়ে আছে জরিপ ব্যবস্থায় তাদের উ২চতা বা উন্নতি (elevation) পরিমাপ করা যায়। আগের দুটি ব্যবস্থায় জরিপকারীর সন্দেগ জরিপক্ষেত্রের সংযোগ ঘটত, তা না হলে ভূ-পৃষ্ঠের ঐ স্থানের বিস্তৃতি বা ভূমির বগুধুরতা সম্বগ্ধে জানতে পারা যেত না। বিন্দু জরিপের অন্য এক ব্যবস্থায় বস্তুর কাছে না পৌঁছেও বস্তুর উ২চতা পরিমাপ করা যেতে পারে। আর এ জন্যেই আপনারা পৃথিবীর গিরিশৃন্দগ গুলির উ২চতা জানতে পেরেছেন। এ ব্যবস্থায় ব্যবহৃত যন্ত্র হল থিওডোলাইট, যার সাহায্যে কোন বস্তুর উন্নতি বা অবনতি কোণ (angle) পরিমাপ করে তার উ২চতা মাপা যায়।

থিওডোলাইটের ব্যবহার শিখলে আপনারা মিস্ত্রির, ঘর-বাড়ী, বাতিস্তম্ভ, জলের ট্যাঙ্কের ইত্যাদি যে কোন বস্তুর উচ্চতা সহজেই মেপে নিতে পারবেন। দূর পাহাড়ের কোনো শৃঙ্গের উচ্চতা জানার কৌতূহলও নিবারণ করতে পারবেন।

উদ্দেশ্য : থিওডোলাইটের সাহায্যে জরিপ ব্যবস্থা শিখলে আপনারা

(1) যে কোন বস্তুর উচ্চতা পরিমাপ করতে পারবেন।

(2) উচ্চতা পরিমাপের আনুসঙ্গিক দিকগুলি জানতে পারবেন।

(3) উন্নয় কোণ ঞ্জউন্নতি বা অবনতির সম্বন্ধে ভাল ধারণা জন্মাতে পারবেন।

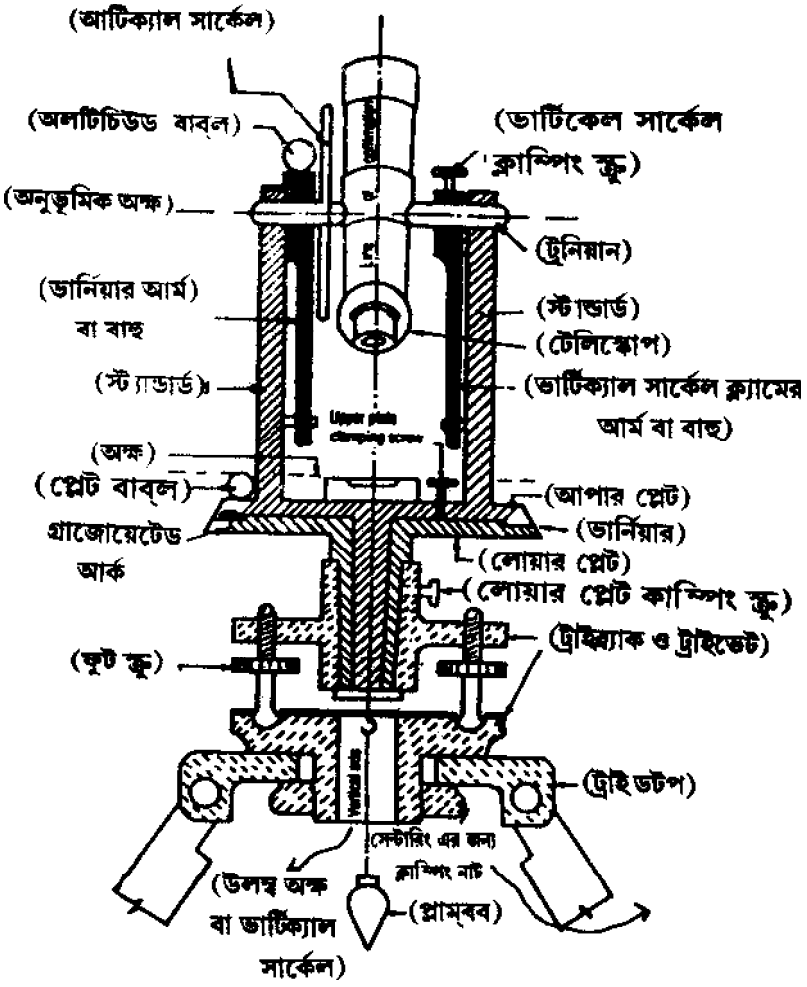
(4) ভার্নিয়ার স্কেলের সম্যক ব্যবহার জানতে পারবেন।

4.2 ট্রানজিট থিওডোলাইট (Transit Theodolite)

অনুভূমিক অক্ষের (horizontal axis) উপর ভর করে উলম্ব তলে টেলিস্কোপকে 180° ঘোরানো যায় অর্থাৎ এক অভিমুখ থেকে ঠিক তার বিপরীত অভিমুখে ঘোরানো যায় বলে ট্রানজিট (Transit) শব্দ ব্যবহার করা হয়েছে। যে থিওডোলাইটের টেলিস্কোপকে এভাবে বিপরীত মুখী করা যায় তাকে ট্রানজিট থিওডোলাইট বলা হয়। বস্তুর উচ্চতা পরিমাপে এই ধরণের যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।

ট্রানজিট থিওডোলাইট ঞ্জচিত্র 4.1) সবচেয়ে জটিল যন্ত্র, এর সাহায্যে খুব নির্ভুলভাবে অনুভূমিক ও উলম্ব কোণ মাপা যায়। এর আকার অর্থাৎ নীচের প্লেটের মাত্রান্দ্বিকত বৃত্তের ব্যস 8 থেকে 25 সেমি হয়। লেভেলিং হেড তিন বাহু বিশিষ্ট দুটো সমান্ত্র রাল প্লেট নিয়ে গঠিত। উপরের প্লেটকে বলে ট্রাইব্র্যাক (tribrach) ও নীচের প্লেটকে বলে ট্রাইভেট (trivet)। লেভেলিং হেড এর এই দু'টি প্লেট লেভেলিং স্ক্রু বা ফুট স্ক্রু দ্বারা বল শকেট জয়েন্ট যুক্ত । ট্রাইভেটের মধ্যদিয়ে একটি ছিদ্র আছে যার মধ্য দিয়ে ওলন ঝোলানো যায়। ট্রাইব্র্যাকের মাঝের ফুটো দিয়ে স্পিন্ডল ঞ্জযার উপর ভর দিয়ে কিছু ঘোরেৰ বসানো আছে। এদের সন্দেগ একটা উলম্ব অক্ষ যুক্ত আছে। ভিতরের স্পিন্ডলের সন্দেগ ভার্নিয়ার প্লেট ও বাইরের স্পিন্ডলের সন্দেগ মুখ্য স্কেল-প্লেটকে লাগানো আছে। মুখ্য স্কেল-প্লেটের প্রান্ত্রভাগ ঢেউ খেলানো ও রূপালী এবং 0° থেকে 360° তে মাত্রাবিভক্ত আছে। এর সন্দেগ একটি ক্ল্যাম্প ও একটি ধীর গতি সম্পন্ন ট্যানজেন্ট স্ক্রু লাগানো আছে। উপর ভার্নিয়ার (upper vernier) প্লেট দু'টি ডবল ভার্নিয়ার (Double vernier-VA, VB)-কে বহন করে। VA, VB ভার্নিয়ার প্লেট দুটি পরস্পরের

ঠিক বিপরীত পাশে আটকানো আছে এবং এদের সন্দেগ ক্ল্যাম্প ও ট্যানজেন্ট স্ক্রু লাগানো আছে যাতে এদের চলাচলকে বগুধ ও ধীরগতি সম্পন্ন করা যায়। অনুভূমিক প্লেটের বাইরের অংশের উপর একটি লেভেল টিউব আটকানো আছে। দুটি ঋজু আলম্ব বা A-frame টারনিয়ান অক্ষকে (Turnian axix)



চিত্র হ্ল. 4.1 একটি ট্রানজিট থিওডোলাইট

ধরে রাখার জন্য ভার্নিয়ার প্লেটের উপর দাঁড় করানো আছে। টারনিয়ান অক্ষের উপর নির্ভর করে টেলিস্কোপ উলম্ব তলে আবর্তিত হয়। এই অক্ষের মাঝখানে ও সমকোণে টেলিস্কোপ আটকানো আছে। টেলিস্কোপের সন্দেগ থাকে আই-পিস, ডায়াফ্রাম, ফোকাস করা স্ক্রু প্রভৃতি। একটি উলম্ব বৃত্ত সুদৃঢ় ভাবে টেলিস্কোপের

সন্দেগ আটকানো আছে যেটি টেলিস্কোপের সন্দেগ ঘুরতে থাকে। এই বৃত্তটি ডিগ্রি, মিনিট দ্বারা মাত্রা বিভক্ত। এর প্রান্ত্র ঢেউ খেলানো ও একটি রূপালী (Silvered)। অনুভূমিক অক্ষের সন্দেগ একটি সূচক দন্ড (T frame) আছে। এই দন্ডের দুই প্রান্ত্রে দুটি ডবল ভার্নিয়ার (VC ও VD) আটকানো আছে ও এদের সন্দেগ রয়েছে ক্ল্যাম্পিং ও ট্যানজেন্ট স্ক্রু। ক্লিপিং বাহুর (Clipping arm) সন্দেগ একটি আঁকশি (farz), দুটো স্ক্রু ও একটি বাবল টিউব লাগানো আছে। বাবল টিউবটি একদম উপরে ফ্রেমের সন্দেগ আটকানো আছে। অনেক সময় দিগংশ পরিমাপের জন্য এর সন্দেগ একটি কম্পাসও আটকানো থাকে।

4.2.1 থিওডোলাইটে বিভিন্ন স্ক্রু এর ব্যবহার হু.

বিভিন্ন স্ক্রু এর ব্যবহার ঠিক ঠিক জানা না থাকলে যন্ত্রকে ঠিক মত ঘোরাতে বা আবর্তিত করতে পারবেন না ও রিডিং নিতে পারবেন না। প্রতিটি স্ক্রুর ব্যবহার সম্বগ্ধেব আলোচনা করা হল।

(1) **ফুট স্ক্রু** (foot screw) : যন্ত্রকে লেভেল করার জন্য ব্যবহার করা হয়। ডাম্পি লেভেল-এ শিখেছেন কীভাবে যন্ত্রকে লেভেল করতে হয়। একই পদ্ধতি এখানেও প্রযোজ্য।

(2) **ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু হু.** —

(a) অনুভূমিক প্লেট-এর ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু হু. উপরের প্লেট ও নীচের প্লেটের জন্য পৃথক পৃথক দুটো স্ক্রু আছে। এদের সাহায্যে প্লেট দুটোকেই আটকানো হয়। তখন যন্ত্র ডাইনে অথবা বাঁয়ে কোন দিকে অনুভূমিকভাবে ঘুরতে পারে না।

(b) টেলিস্কোপের ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু : টেলিস্কোপের ভার্নিয়ারের বিপরীত দিকে টারনিয়ান (turnian) অক্ষের সন্দেগ এই স্ক্রু লাগানো আছে। এর দ্বারা টেলিস্কোপকে বাঁধা হয়।

(3) **ধীর গতি স্ক্রু** (Slow-motion/tangent Screw) : প্রতিটি ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু-এর সন্দেগ একটি করে ধীর গতির স্ক্রু লম্বভাবে লাগানো আছে, তাই একে ট্যানজেন্ট স্ক্রুও বলা হয়। যন্ত্রকে ধীরে ধীরে ঘোরানোর জন্য এই স্ক্রু গুলিকে ব্যবহার করা হয়। ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু দিয়ে প্লেটগুলিকে ও টেলিস্কোপকে না আটকে নিলে ট্যানজেন্ট স্ক্রু কোন কাজ করবে না। যন্ত্রের নিখুত সেটিং এর জন্য এই সব স্ক্রু ব্যবহার করতে হয়।

4.2.2 থিওডোলাইট সার্ভেতে বেশী ব্যবহৃত দু'টি শব্দ ও তার অর্থ

(i) **বাম মুখী** (Face left) : রিডিং নেওয়ার সময় যন্ত্রর উলম্ব বৃত্ত (vertical circle) নিরীক্ষকের বাঁ দিকে অবস্থান করলে তাকে /বাম মুখী* বা Face left বলা হয়।

(ii) **ডান মুখী** (Face right) : ওই একই সময়ে উলম্ব বৃত্ত নিরীক্ষকের ডান দিকে অবস্থান করলে তাকে /ডান মুখী* বা Face right বলা হয়।

থিওডোলাইট থেকে সব সময় 'বাম মুখী' ও 'ডান মুখী' অবস্থায় রিডিং নিতে হয়।

4.3 ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং (Trigonometric Levelling) :

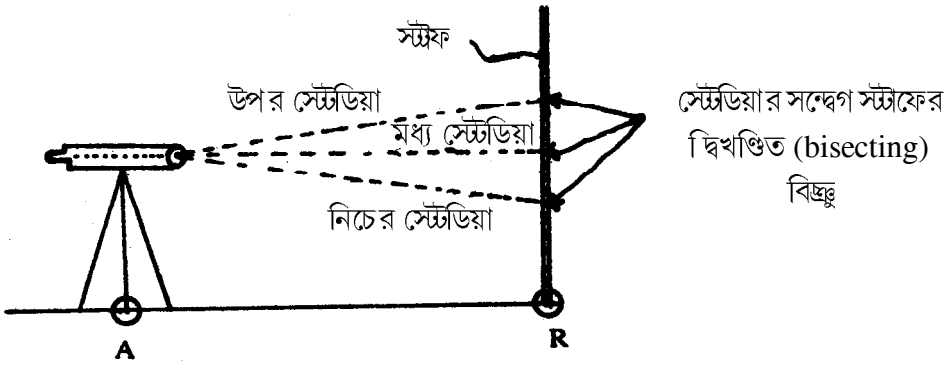
থিওডোলাইটের সাহায্যে কোন বস্তুর উ২চতা নির্ণয় করা লেভেলিং সার্ভের অন্তর্গত, কেননা এই সার্ভে উলম্ব তলে করা হয়। যে পদ্ধতিতে ও যে যন্ত্রের সাহায্যে এই সার্ভে করা হয় তাতে বস্তু ও পর্যবেক্ষণ স্টেশন (Station of Observation) মিলে কোনো ত্রিভুজ গঠন করে ও ত্রিকোণমিতির সূত্রের দ্বারা প্রশ্নের/সমস্যার সমাধান করা হয়। তাই বস্তুর উ২চতা বা পরিমাপ করা ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং-এর (Trigonometric levelling) অন্তর্গত। গ্রীক শব্দ trigonon মানে ত্রিভুজ ও metron মানে পরিমাপব। সুতরাং, ত্রিকোণমিতিক লেভেলিং এ ভূ-পৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুর তথা বস্তুর আপেক্ষিক উ২চতা থিওডোলাইট থেকে প্রা৫ উলম্ব কোণ দিয়ে নির্ণয় করা হয়। পর্যবেক্ষণ স্টেশন ও বস্তুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব সরাসরি ফিতে দিয়ে মাপা হয় অথবা অন্যভাবে থিওডোলাইটের পর্যবেক্ষণ থেকে প্রা৫ রিডিং দ্বারা হিসাব করা হয়। যে সব সাধারণ পদ্ধতিতে অনুভূমিক দূরত্ব হিসাব করে নির্ণয় করা হয় সেগুলি সম্বণ্ডেধ নীচে আলোচনা করা হল :

4.3.1 থিওডোলাইটের সাহায্যে দু'টি বিন্দুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় :

থিওডোলাইট ও স্টাফ (Staff) এর সাহায্যে দু'টি বিন্দুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় করা যায়। এক্ষেত্রে দু'টি বিন্দুর মধ্যে একটি বিন্দুর উপর থিওডোলাইট ও অন্য বিন্দুর উপর স্টাফ থাকে। থিওডোলাইট লেভেল অবস্থায় ও টেলিস্কোপ নিখুঁতভাবে অনুভূমিক অবস্থায় থাকে অর্থাৎ উলম্ব স্কেলে VC ও VD 0°-0° অর্থ হল ভার্নিয়ার স্কেলের 0° ও মুখ্য স্কেলের 0° দাগ একই বিন্দুতে অবস্থান করে। অন্য বিন্দুতে স্থাপিত বস্তুর তলদেশ বিন্দু বা অন্যত্রব স্টাফ একদম খাড়া অবস্থায় থাকে। এই পরিস্থিতিতে টেলিস্কোপের মাধ্যমে ষ্টেডিয়া রিডিং স্থাপিতষ্টেডিয়া স্টাফকে যেখানে দ্বিখণ্ডিত (bisect) করেব নিয়ে দু'টি পদ্ধতিতে অনুভূমিক দূরত্ব নির্ণয় করা হয়। দুটি পদ্ধতি হল হ্ল. (i) ষ্টেডিয়া পদ্ধতি (Stadia method) ও (ii) এক ডিগ্রী পদ্ধতি (One degree method)।

(i) ষ্টেডিয়া পদ্ধতি : এই পদ্ধতিতে দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র হল হ্ল.

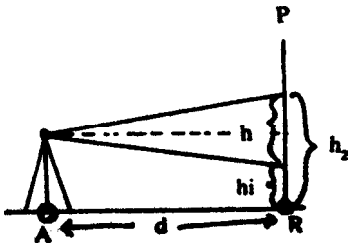
দূরত্ব = স্থাউপরে ষ্টেডিয়া রিডিং – নিচের স্টেডিয়া রিডিংব × ষ্টেডিয়া ধ্রুবক স্থাএর মান সর্বদা 100) টেলিস্কোপে উল্টো ছবি দেখা যায় বলে নিচের ষ্টেডিয়া রিডিং বেশী হয়।



চিত্র নং 4.2(a) থিওডোলাই, ষ্টেডিয়া ও স্টাফ

উদাহরণ :

ধরা যাক জ্বচিত্র নং 4.2b) A ও R দুটি বিচ্ছু। A বিচ্ছুতে থিওডোলাইট লেবেল অবস্থায় ও 0°-0° অবস্থায় টেলিস্কোপ আছে ও R বিচ্ছুতে স্টাফ উলম্ব অবস্থায় আছে তখন উপর স্টেডিয়া (h_2) রিডিং 1.735 মি. ও নিচের স্টেডিয়া (h_1) 1.200 মি. তাহলে A ও R-এর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব (d) কত?



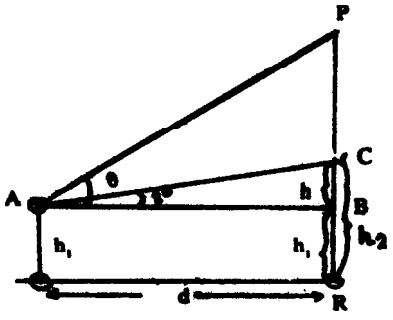
চিত্র নং : 4.2(b)

সূত্র অনুযায়ী

অনুভূমিক দূরত্ব (d) = উপর স্টেডিয়া রিডিং (h_2) ~ নিচের স্টেডিয়া রিডিং (h_1) × স্টেডিয়া ধ্রুবক (100) = (1.730 মি. – 1.200 মি.ৰ × 100 = .330 মি. × 100 d = 53.0 মি.

(ii) এক-ডিগ্রি পদ্ধতি :

এই পদ্ধতিতে স্টাফের উপর মাঝের স্টেডিয়া রিডিং দুরকম অবস্থায় নিতে হয় : (i) টেলিস্কোপ যখন অনুভূমিক (VC – VD তে 0° – 0°) অবস্থায় থাকে ও (ii) টেলিস্কোপ যখন ঠিক 1° উপরের দিকে হেলে থাকে। VC বা VD তে চোখ রেখে টেলিস্কোপের ধীরগতি স্ক্রু (Slow motion screw) ঘুরিয়ে টেলিস্কাপকে 1° উপরে তুলতে হয়। জ্বচিত্র 4.3)



চিত্র নং : 4.3

ধরা যাক, টেলিস্কোপ যখন 1° উপর দিকে হেলানো (AC) থাকে তখন মাঝের স্টেডিয়া রিডিং

হল h_2(RC) এবং টেলিস্কোপ যখন অনুভূমিক (AB) থাকে তখন মাঝের ষ্টেডিয়া রিডিং হল h_1(RB), এটাই ষ্টেশনের উপর যন্ত্রের উ২চতা।

$\therefore$ BC = $h_2 - h_1 \rightarrow h$

যেহেতু ΔABC একটি সমকোণী ত্রিভুজ

$$\frac{AB}{BC} = \cot 1^\circ$$

$\therefore$ AB = BC cot 1°

বা, d = h cot 1°

উদাহরণ : টেলিস্কোপের অনুভূমিক অবস্থায় মাঝের স্টেডিয়া রিডিং 1.35 মি. ও ইহা 1° কোণে উপর দিকে হেলানো অবস্থায় মাঝের স্টেডিয়া রিডিং 2.15 মি. হলে দুটি বিন্দুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব কত? অতএব সূত্র অনুসারে :

d = h cot 1°

বা, d = 2.15 মি. – 1.35 মি. × cot 1°

= 80 মি. × 57.28996

= 45.83 মি.

4.3.2 থিওডোলাইটের সাহায্যে উল্লম্ব কোণ নির্ণয় :

হেলানো দৃষ্ট রেখা (line of sight) বা কলিমেশন রেখা (Collimation line) তার অনুভূমিক অবস্থার সন্দেগ যে কোণ উৎপন্ন করে সেই কোণ হল উল্লম্ব কোণ। অনুভূমিক রেখার উপরে উৎপন্ন কোণকে উন্নতি কোণ (angle of elevation) ও এর নীচে উৎপন্ন কোণকে অবনতি কোণ (angle of depression) বলা হয়। উল্লম্ব কোণ পরিমাপের প্রক্রিয়াগুলি হল :

(i) থিওডোলাইটকে প্রদত্ত ষ্টেশনের উপর ওলনের সাহায্যে ঠিকভাবে স্থাপন করবেন ও লেভেল করবেন।

(ii) টেলিস্কোপকে বস্তুর দিকে ঘুরিয়ে বস্তুর সর্বোচ্চ বিন্দু বা সঠিক বিন্দু লক্ষ্য করবেন। এরপর ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু দিয়ে টেলিস্কোপ ও দুটো অনুভূমিক প্লেটকে পরপর আটকে নেবেন। টেলিস্কোপকে এর ধীরগতি স্ক্রু দিয়ে উলম্ব দিক ও অনুভূমিক প্লেটের মধ্যে কোন একটি প্লেটের ধীরগতি স্ক্রু দিয়ে ডাইনে-বাঁয়ে ঘুরিয়ে বস্তুর সর্বোচ্চ বিন্দুকে একদম সঠিকভাবে মাঝের ষ্টেডিয়া দিয়ে দ্বি-খণ্ডিত করাবেন।

(iii) যন্ত্রের বামমুখী (Face left) ও ডানমুখী (Face right) উভয় অবস্থানে উলম্ব বৃত্তের VC ও VD রিডিং নেবেন। [যন্ত্রের বামমুখী অবস্থায় রিডিং প্রথমে নিতে হয়।] এদের গড় মান হল আবশ্যক কোণ বা বস্তুর উলম্ব কোণ জ্ঞসারণী 4.1)

4.4 কোন বস্তুর উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয় (Determination of height and distance of an object) :

বস্তুর অবস্থানের উপর নির্ভর করে বিভিন্ন পদ্ধতিতে বস্তুর উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয় করা হয়। যেমন—

1. তলদেশ অভিগম্য (base accessible) অবস্থায়।
2. তলদেশ অগম্য (base inaccessible) অবস্থায়।

4.4.1. অভিগম্য তলদেশ অবস্থানে বস্তুর উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয় (Case : Base Accessible) :

ধরা যাক, জ্ঞচিত্র নং 4.3) সমতল ভূমির উপর PR হল বস্তু যার তলদেশ অভিগম্য এবং A হল পর্যবেক্ষণ ষ্টেশন যার উপর একটি থিওডোলাইট ভূমি থেকে h_i উ২চতায় বসানো হয়েছে। AB হল কলিমেশন রেখা।

প্রক্রিয়া :

(i) A স্টেশনের উপর ঠিকভাবে থিওডোলাইট বসিয়ে নির্ভুল লেভেলিং করার পর ফিতে দিয়ে বা স্টাফ দিয়ে যন্ত্রের উ২চতা মেপে নিন।

(ii) অনুভূমিক দূরত্ব AR(d) ফিতে দিয়ে সরাসরি মাপতে পারেন, অথবা ষ্টেডিয়া রিডিং পদ্ধতি অনুযায়ী হিসাব করতে পারেন জ্ঞপ্রক্রিয়া পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে 4.3.1 দ্রষ্টব্যব।

(iii) এরপর বস্তুর (P) শীর্ষ বিজ্ঞুতে উন্নতি কোণ (θ) পর্যবেক্ষণ স্টেশন (A) থেকে পরিমাপ করুন জ্ঞউলম্ব কোণ নির্ণয় 4.3.2 দ্রষ্টব্যব।

হিসাব :

চিত্র নং 4.3 থেকে কলিমেশন রেখার উপরে বস্তুর উ২চতা নির্ণয় কিভাবে করা হয় তা দেখানো হল। অনুভূমিক দূরত্ব পরিমাপের পদ্ধতি আগেই দেখানো হয়েছে।

অতএব চিত্র অনুসারে ABP সমকোণী ত্রিভুজের AB হল কলিমেশন রেখা, h_i হল যন্ত্রের উ২চতা, θ হল কলিমেশন রেখার উপরে বস্তুর উন্নতি কোণ এবং AB = d।

$\therefore \frac{PB}{AB} = \tan\theta$

বা, PB = AB tan θ

= d tan θ

কলিমেশন রেখার উপরে বস্তুর উ২চতা হল d tan

∴ বস্তুর মোট উ২চতা = h_1 + d tan θ

উদাহরণ ঃ সারণী 4.1 অনুযায়ী হিসাব

সারণী নং—4.1

ফিল্ড বই

ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে উ২চতা ও দূরত্ব নির্ণয়

জ্বঅভিগম্য তলদেশ অবস্থানব

স্থান :

যন্ত্র নং :

তাং :

সময় :

জরিপকারীর রোল নং :

যন্ত্রের অবস্থান	দৃষ্ট বস্তু	মুখ	স্টেডিয়া রিডিং উপর	নীচ	উলম্ব বৃত্তের রিডিং VC	VD	গড় কোণ	মন্তব্য
A	P বাড়ীর শীর্ষ	বাম	1.20	1.70	10°24′	10°28′	10°27′	A ষ্টেশনে যন্ত্রের উ২চতা
		ডান			10°26′	10°30′		1.23 মি.

হিসাব করার সময় একটি স্কেচ এঁকে নেবেন।

ছবি অনুযায়ী

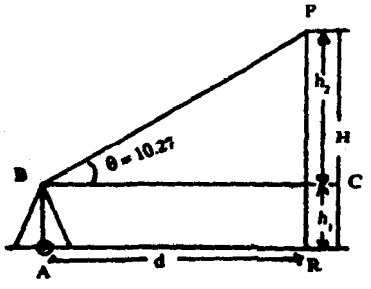
h_2 = কলিমেশন রেখার উপরে বাড়ীর উ২চতা

h_2 = যন্ত্রের উ২চতা

θ = উন্নতি কোণ

d = স্টেশন ও বাড়ীর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব

H = বাড়ীঘর মোট উ২চতা



চিত্র নং 4.4

ধাপ-I

BC বা AR = d = জ্বনীচের স্টেডিয়া রিডিং ~ উপর স্টডিয়া রিডিংর × স্টেডিয়া ধ্রুবক

$d = (1.20 \sim 1.70) \times 100$

$d = .50$ মি. $\times 100 = 50$ মি.

ধাপ-II

BPC একটি সমকোণী ত্রিভুজ বলে

$$\frac{PC}{BC} \text{ বা } \frac{h_2}{d} = \tan 10°27'$$

বা, $h_2 = d \tan 10°27'$

$= 9.22$ মি.

$\therefore$ বাড়ীর মোট উ২চতা (H) $= h_1 + h_2$

$= 1.23$ মি. $+ 9.22$ মি.

$= 10.45$ মি.

ধাপ III পর্যবেক্ষণ ষ্টেশন ও বাড়ীর শীর্ষ বিন্দুর মধ্যে হেলান দূরত্ব (Slanting distance) নির্ণয় হ্ল.

APR সমকোণী ত্রিভুজ হওয়ায়

AR (d) = 50.0 মি,

PR (H) = 10.45 মি.

পিথাগোরাসের সূত্র অনুযায়ী

$$AP = \sqrt{(d)^2 + (H)^2}$$

$$= \sqrt{(50)^2 + (10.45)^2}$$

$$= \sqrt{2500 + 109.2025}$$

$$= \sqrt{2609.2025}$$

$= 51.08$ মি.

উত্তর ঃ বাড়ীর উ২চতা 10.45 মি. অনুভূমিক দূরত্ব 50 মি. ও হেলান দূরত্ব 51.08 মি.

4.4.2. অগম্য তলদেশ অবস্থানে বস্তুর উচ্চতা ও দূরত্ব নির্ণয় (Case : Base Inaccessible) :

অগম্য তলদেশ (inaccessible base) অর্থাৎ যে বস্তুর পাদদেশ পর্যন্ত যাওয়া যায় না সেক্ষেত্রে বস্তুর উচ্চতা নির্ণয় অন্য দুভাবে হয়—

(A) সমান উলম্ব তল পদ্ধতি (Same Vertical Plane method)

(B) তির্যক তল পদ্ধতি (Oblique Plane method)

4.4.2.1 সমান উলম্ব তল পদ্ধতি :

এক্ষেত্রে পর্যবেক্ষণ স্টেশন ও অন্য আর একটি নির্বাচিত স্টেশন/বিন্দু থেকে বস্তুর উলম্ব কোণের মানের সাহায্যে সমস্যার সমাধান করা হয়। ভূমির উপর পর্যবেক্ষণ বিন্দু বা স্টেশন দ্বিতীয় নির্বাচিত বিন্দু ও বস্তু সমরেখায় (Collinear) অবস্থান করে।

জরিপ প্রক্রিয়া (Survey Procedure)

(i) মাঠে গিয়ে পর্যবেক্ষণ স্টেশন/বিন্দুর উপর ওলনের সাহায্যে থিওডোলাইটকে সঠিকভাবে স্থাপন ও ফুট স্ক্রু দ্বারা লেভেলিং করবেন। এরপর ফিতে (tape) বা স্টাফ দিয়ে যন্ত্রের উচ্চতা মাপবেন।

(ii) যন্ত্রকে বামমুখী (face left) করে বস্তুকে লক্ষ্য করবেন ও তখন অনুভূমিক প্লেট ও টেলিস্কোপকে তাদের নিজ নিজ ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু দিয়ে বেঁধে নেবেন। এবার ধীরগতি স্ক্রু ঘুরিয়ে বস্তুর সন্দেগ মাঝের স্টেডিয়ার নির্ভুলভাবে ছেদ ঘটাবেন ও উলম্ব বৃত্তের VC ও VD রিডিং নেবেন ও ফিল্ড বইতে লিখবেন।

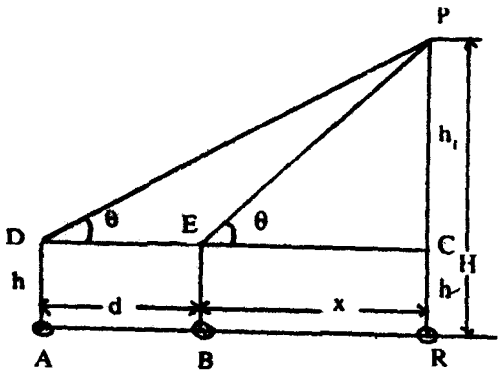
(iii) এবার টেলিস্কোপকে আলগা ও ডানমুখী করে একইভাবে VC ও VD রিডিং নেবেন।

(iv) VC ও VD তে রিডিং নেওয়ার পর অনুভূমিক প্লেটকে বেঁধে/আটকে রেখে টেলিস্কোপকে আলগা করে আস্তে আস্তে নীচের দিকে নামিয়ে এতে চোখ রেখে দ্বিতীয় আর একটি স্টেশন/বিন্দুর অবস্থান স্থির করবেন অর্থাৎ পর্যবেক্ষণ বিন্দু, দ্বিতীয় বিন্দু ও বস্তু সমরেখ হবে। পর্যবেক্ষণ বিন্দু/স্টেশন ও দ্বিতীয় স্টেশন এর মধ্যে দূরত্ব যেন কমপক্ষে 5/10 মি হয়, এর বেশী হলে বরং ভালই হয়। এই দুই বিন্দু/স্টেশনের মধ্যে দূরত্ব ফিতে দিয়ে বা গণনার মাধ্যমে পরিমাপ করবেন ত্রিপ্রশ্নানুযায়ীব।

(v) দ্বিতীয় স্টেশনের/বিন্দুর উপর থিওডোলাইট ঠিকভাবে স্থাপন ও লেভেলিং করবেন ও তার উচ্চতা মেপে নেবেন এবং পূর্বেকার স্টেশনের ন্যায় বস্তুর বামমুখী ও ডানমুখী উলম্ব বৃত্তের VC ও VD রিডিং নেবেন।

দুই স্টেশনে যন্ত্রের উচ্চতা সমান থাকলে অর্থাৎ একই উলম্ব তলে থাকলে বস্তুর উচ্চতা নিম্ন বর্ণিত পদ্ধতিতে নির্ণয় করবেন ঃ

নিচের চিত্র নং 4.5 থেকে ধরা যাক P এর উ২চতা নির্ণয় করা হবে।



চিত্র নং 4.5

AR সমান্ত্র রাল DC

AD সমান্ত্র রাল BE সমান্ত্র রাল RC

[AR ‖ DC]

AD ‖ BE ‖ RC]

∴ AD = BE = RC = h জ্বযন্ত্রের উ২চতাৰ

AB = DE = d জ্বঅনুভূমিক দূরত্বৰ

BR = x, PC = h_1

H = মোট উ২চতা

A ও B থেকে P বিজ্জুর উলম্ব কোণ যথাক্রমে θ_1 ও θ_2

সুতরাং দুটি সমকোণী ত্রিভুজ হল PDC ও PEC

1. সমকোণী ত্রিভুজ PDC থেকে পাই

$$\frac{d+x}{h_1} = \cot\theta_1 \quad \text{বা, } d + x = h_1 \cot \theta_1 \text{ ..... (i)}$$

এবং সমকোণী ত্রিভুজ PEC থেকে পাই

$$\frac{x}{h_1} = \cot\theta_2 \quad \text{বা, } x = h_1 \cot \theta_2 \text{ ..... (ii)}$$

যেহেতু D, E ও C সমরেখ,

∴ DC − EC = DE [DC = d + x, EC = x ধরে]

বা, $d + x - x = h_1 \cot \theta_1 - h_1 \cot \theta_2$

বা, $d = h_1 (\cot \theta_1 - \cot \theta_2)$

$$\therefore \quad h_1 = \frac{d}{\cot\theta_1 - \cot\theta_2}$$

এক বার h_1 জানা গেলে x এর মান সমীকরণ (ii) থেকে নির্ণয় করা যাবে।

উদাহরণ : ধরা যাক কোন বস্তুর (P) উলম্ব কোণ A ও B বিজ্ঞুতে যথাক্রমে 10°40′ ও 16°40′ এবং C ও B 15.4 মি. দূরে অবস্থিত। থিওডোলাইট ভূমি থেকে উভয় বিজ্ঞুতে 1.35 মি. উঁচুতে স্থাপিত। তাহলে বস্তুর উচ্চতা, পর্যবেক্ষণ স্টেশন থেকে অনুভূমিক দূরত্ব কত?

চিত্র নং 4.5 এর সাপেক্ষে হিসাব সূত্র অনুযায়ী

1. $h_1 = \frac{d}{\cot\theta_1 - \cot\theta_2}$

বা, $= \frac{15.4 \text{ [illegible]}}{\cot 10°20' - \cot 16°40'}$

$= 7.18$ মি.

2. $H = h + h_1$

$= 1.35$ মি. $+ 7.18$ মি.

$= 8.53$ মি.

3. সমীকরণ (ii) থেকে x এর মান পাই

$x = h_1 \cot \theta_2$

$= 7.18$ মি. $\times \cot 16°40'$

$= 23.98$ মি.

∴ পর্যবেক্ষণ স্টেশন থেকে বস্তুর অনুভূমিক দূরত্ব

$= d + x$

$= 15.4$ মি. $+ 23.98$ মি.

$= 39.38$ মি.

উত্তর। (1) বাড়ির উচ্চতা (H) – 8.53 মি.

(2) অনুভূমিক দূরত্ব (AR) – 39.38 মি.

বাস্তবে জরিপ কালীন দুটি ষ্টেশনে থিওডোলাইটের সমান উচ্চতা বজায় রাখা অর্থাৎ যন্ত্রকে একই কলিমেশনে রাখা সম্ভব হয় না। অথচ ত্রিভুজ দ্বয়ের সমাধানকল্পে দুটি বিজ্ঞুক একই কলিমেশন রেখায় বা একই উলম্ব তলে আনতে হয়। দুটি বিজ্ঞুতে বস্তুর উন্নতি কোণের পরিবর্তন অসম্ভব বলে অনুভূমিক দূরত্বের পরিবর্তন ঘটিয়ে তা করা যায়। একটি ফিল্ড বই গঠন ও উদাহরণের মাধ্যমে ইহা আলোচনা

ক রা হল। জ্বসা রণী নং 4.2)।

সা রণী নং—4.2

ফিল্ড বই

ট্রানজিট থিওডোলাইটে র সাহায্যে উ২চতা ও দূ রত্ব নির্ণয়

জ্বঅগম্য তলদেশ হু. সমান উলম্বতল পদ্ধতিৰ

স্টথান : তাং :

যন্ত্র নং : সময় :

জপি রকা রীর নাম/রোল নং :

স্টেশন ও যন্ত্রের অবস্থান	দৃষ্ট বস্তু	মুখ	উলম্ব বৃত্ত রিডিং		গড় উন্নতি কোণ	যন্ত্রের উ২চতা জ্বমি.ৰ	মন্তব্য
			VC	VD			
A	P বাতি স্তম্ভ	বাম	10°18′	10°18′	10°20′	1.35	A ও B এর মধ্যে দূ রত্ব 15 মি
		ডান	10°22′	10°22′			
B	P বাতি স্তম্ভ	বাম	16°42′	16°40′	16°40′	1.40	
		ডান	16°38′	16°38′			

হিসাব

চিত্র 4.6 থেকে পাই

AR ‖ DC ও AD ‖ RP এবং

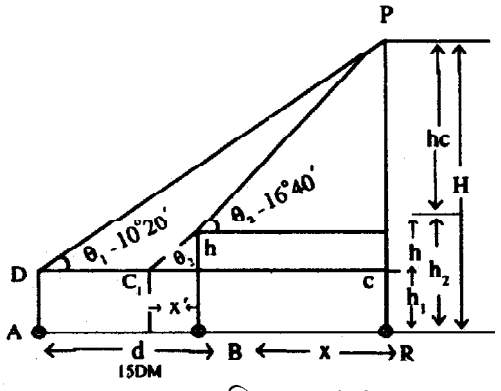
h_1 = A স্টেশনে যন্ত্রের উ২চতা

h_2 = B স্টেশনে যন্ত্রের উ২চতা

h = যন্ত্রের উ২চতায় পার্থক্য

hc = h_1 এর উপরে বস্তু র উ২চতা

H = বস্তু র মোট উ২চতা



চিত্র নং 4.6

d = A ও B এর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব

x = B ও বস্তুর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব

θ_1 = A স্টেশনে বস্তুর উন্নতি কোণ

θ_2 = B স্টেশনে বস্তুর উন্নতি কোণ

এই চিত্র থেকে দেখা যাে২৬ যে x′ সমান দূরত্ব কম হওয়ায় B স্টেশনের উন্নতি কোণ (θ_2) A স্টেশনের উলম্ব তলের উপর অর্থাৎ DC রেখার উপর G বিন্দুতে সমান একান্তর কোণ উৎপন্ন করেছে, যেহেতু A ও B স্টেশনের উলম্ব তল পরস্পরে সমান্তরাল রেখা নির্দেশ করে।

এখানে PDC ও PGC দুটি সমকোণী ত্রিভুজ

∴ সমকোণী ত্রিভুজ PDC হতে পাই

$$\frac{DC}{h_c} = \cot\theta_1$$

বা $d + x = hc \cot \theta_1$ ..... সমীকরণ (i)

সমকোণী ত্রিভুজ PGC হতে পাই,

$$\frac{GC}{h_c} = \cot\theta_2$$

বা $x + x' = hc \cot \theta_2$ ..... সমীকরণ (ii)

G কলিমেশন রেখা AC উপর অবস্থিত বলে

DC – GC = DC

বা সমীকরণ (i) হতে সমীকরণ (ii) বিয়োগ করে পাই

$h_c \cot \theta_1 - h_c \cot \theta_2 = d + x - (x + x')$

বা $h_c (\cot \theta_1 - \cot \theta_2) = d + x - x - x'$

বা $h_c (\cot \theta_1 - \cot \theta_2) = d - x'$

বা $$h_c = \frac{d - x'}{\cot\theta_1 - \cot\theta_2}$$

জ্ঞাতব্য : B স্টেশনে যন্ত্রের উচ্চতা কম হলে তখন ইহা d + x′ হয়ব

আবার $$\frac{x'}{(h_2 - h_1)} = \cot\theta_2$$

∴ $x' = h_2 - h_1 \cot \theta_2$

∴ প্রদত্ত মানগুলি প্রয়োগ করিয়া পাই,

x′ = (1.40 মি. – 1.25 মি.ব cot 16°40′

= 0.50 মি.

$$h_c = \frac{d - x'}{\cot 10°20' - \cot 16°40'}$$

$$= \frac{15 - 0.50}{\cot 10°20' - \cot 16°40'}$$

= 6.76 মি.

∴ বাতি স্তম্ভের মোট উ২চতা (H) = $h_1 + h_c$

= 1.25 মি. + 6.76 মি. = 8.01 মি.

সমীক রণ (i) হইতে পাই

d + x (AR) = hc cot 10°20′

6.76 মি. cot 20′

বা 15 + 2 = 37.08 মি.

∴ x = 37.08 মি. – 15 মি.

= 22.08 মি.

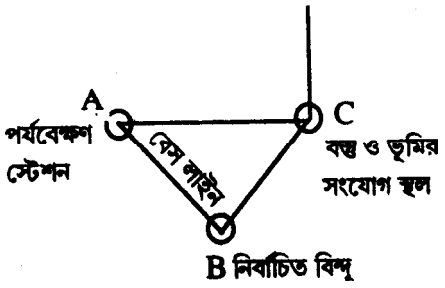
পর্যবেক্ষণ স্টেশন ও বাতিস্তম্ভের মধ্যে হেলান দূরত্ব $AP = \sqrt{(AR)^2 + (PR)^2}$

$$AP = \sqrt{(37.08)^2 + (8.01)^2}$$

AP = 37.94 মি.

4.2.2.2 B ; তির্যক তল পদ্ধতি :

পর্যবেক্ষণ বিচ্ছ্নু ও দ্বিতীয় নি র্বাচিত বিচ্ছ্নু বস্তুর সন্দেগ সমরেখ না হলে তাদের অবস্থান তির্যক হয়। ভূমির উপর এভাবে তিনটি বিচ্ছ্নু একত্রে একটি ত্রিভুজ গঠন করে একটি তির্যক তল উৎপন্ন করে জ্নচিত্র নং 4.7)। এই ছবিতে A, B ও C একটি তির্যক তল গঠন করেছে যেখানে OC হল বস্তুর উ২চতাও AB হল মূল রেখা (base line)।



চিত্র নং 4.7 তিনটি বিচ্ছ্নুর অবস্থান ও তির্যক তল।

এই পদ্ধতিতে অনুভূমিক কোণের দ্বারা sin সূত্র ধরে ত্রিভুজের বাহুর দৈর্ঘ্য অর্থাৎ বস্তু ও স্টেশনের মধ্যে অনুভূমিক দূরত্ব ও tan সূত্রের দ্বারা উন্নতি বা অবনতি কোণ দিয়ে বস্তুর উচ্চতা নির্ণয় করা হয়। বেস লাইনের উপর ভিত্তি করে জরিপ কাজ হয়। এই রেখার দৈর্ঘ্য সাধারণত ফিতে দিয়ে মাপা হয়।

জরিপ-পদ্ধতি

(i) জরিপ ক্ষেত্রে গিয়ে প্রথমে পর্যবেক্ষণ স্টেশনের (Station of observation) ভিত্তিতে বস্তুকে (object) লক্ষ্য রেখে দ্বিতীয় স্টেশন নির্বাচন করুন ও এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব মেপে নিন। ধারণা করে নেবেন যাতে তিনটি বিজ্ঞুর মধ্যে কল্পিত ত্রিভুজের কোণগুলি যেন সূক্ষ্ম কোণ হয়।

(ii) সব ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু আলগা করে পর্যবেক্ষণ ষ্টেশনের উপর থিওডোলাইটকে সঠিক ভাবে স্থাপন করুন ও লেভেলিং করুন। এরপর যন্ত্রের উচ্চতা মেপে নিন এবং পরের কাজগুলি খুব মনযোগের সন্দেগ করুন।

(iii) উপরের প্লেট ঘুরিয়ে VA ও VB এর 0° কে যথাক্রমে মুখ্য স্কেলের জ্বনীচের প্লেটব 0° ও 180° সন্দেগ মিলিয়ে কেবল উপরের প্লেটকে তার ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু দিয়ে আটকে নিন ও প্রয়োজনে ধীর গতি স্ক্রু ব্যবহার করুন। এমতাবস্থায় রিডিং VA তে 0°0′0″ ও VB তে 180°0′0″ হয়। ইহাই হল অনুভূমিক বৃত্তের প্রারম্ভিক রিডিং (initial reading)। এসময়ে নীচের প্লেট আলগা থাকে ও পুরো যন্ত্রটিকে ঘোরালেও VA ও VB তে রিডিং একই থাকবে। এই রিডিংকে নথিভুশু করুন।

(iv) টেলিস্কোপকে বামমুখী (face left) করে নীচের প্লেট আলগা অবস্থায় বস্তুকে লক্ষ্য করুন এবং কলিমেশন রেখার সন্দেগ বস্তুর ছেদ ঘটান। এখন নীচের প্লেট ও টেলিস্কোপকে তাদের নিজ নিজ ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু দিয়ে বেঁধে নিন। সঠিক অ্যাডজাস্টমেন্টের জন্য কেবল এদেরই ধীর গতি স্ক্রু ব্যবহার করুন। এবার একবার দেখে নিন যে যন্ত্রটি আর ঘুরছে না ও VA তে রিডিং 0° – 0° আছে। ঠিক এই অবস্থায় VC ও VD রিডিং নিন ও তা নথিভুশু করুন।

(v) নিচের প্লেট কে অনড় অবস্থায় রেখে টেলিস্কোপ ও উপরের প্লেটকে আলগা করুন এবং ডানদিকে (clock wise direction) ঘুরিয়ে বেস লাইনের উপর দ্বিতীয় স্টেশনকে লক্ষ্য করুন। প্রয়োজনে রেঞ্জিং রড ব্যবহার করুন। উপরের প্লেটকে ও টেলিস্কোপকে বেঁধে নিন ও এদের ধীরগতি স্ক্রু ঘুরিয়ে ষ্টেডিয়ার সন্দেগ ঐ রডকে দ্বিখণ্ডিত (bisect) করান। এখন অনুভূমিক বৃত্তের VA ও VB রিডিং নিন। ইহাই A ষ্টেশনের অনুভূমিক কোণ।

(vi) ডানমুখী রিডিং এর জন্য টেলিস্কোপ ও কেবল নীচের প্লেটকে আলগা করুন ও টেলিস্কোপ ঘুরিয়ে বস্তু লক্ষ্য করুন। এখন বামমুখী অবস্থার VA ও VB রিডিং ডানমুখী অবস্থার প্রারম্ভিক রিডিংএ পরিণত হল ও একে নথিভুশু করুন। এরপর (iv) ও (v) নং প্রক্রিয়া অনুসরণ করুন ও রিডিং নথিভুশু করুন।

(vii) এরপর দ্বিতীয় স্টেশনের উপর থিওডোলাইটকে স্থাপন ও লেভেলিং করুন। এই স্টেশনের কেবল অনুভূমিক কোণনিলেই হবে। VA ও VB কে যথাক্রমে 0° – 0° ও 0° – 180° তে বেঁধে রেখে প্রথমেই বেসলাইনের উপর পর্যবেক্ষণ স্টেশনকে লক্ষ্য করবেন। এবার নিচের প্লেট বেঁধে রেখে উপরের প্লেট আলগা করে টেলিস্কোপকে বস্তুর দিকে ঘুরিয়ে নিন। এবার VA ও VB তে উৎপন্ন কোণ নথিভুক্ত করুন। পূর্বে আলোচিত প্রক্রিয়া অনুযায়ী কাজ করুন। পূর্বে আলোচিত প্রক্রিয়া অনুযায়ী কাজ করবেন ও টেলিস্কোপের উভয় মুখী অবস্থানে VA ও VB র রিডিং নেবেন।

কোন বস্তুর উচ্চতা নির্ণয় হয় কেবল পর্যবেক্ষণ স্টেশন (Station of Observation) থেকে। দ্বিতীয় স্টেশন নির্বাচন করা হয় এই পদ্ধতিতে উচ্চতা নির্ণয়ের সমস্যা সমাধানের জন্য। এজন্যে ঐ রেফারেন্স স্টেশনের থেকে উন্নতি কোণ পরিমাণ করার প্রয়োজন হয় না। অনেকে রেফারেন্স স্টেশন থেকে উন্নতি কোণ নিয়ে বস্তুর উচ্চতা নির্ণয় করেন এবং সেক্ষেত্রে পর্যবেক্ষণ স্টেশন ও এই স্টেশনের গড় মানকে বস্তুর উচ্চতা বলে গণ্য করেন। কোন বাড়ীর গড় উচ্চতা আছে—একথাটি হাস্যকর।

সারণী নং—4.3

ফিল্ড বই

ট্রানজিট থিওডোলাইটের সাহায্যে বস্তুর উচ্চতা ও দূরত্ব নির্ণয়

জ্ঞঅগম্য তলদেশ, তির্যক তল পদ্ধতিৰ

স্থান : তাং :

যন্ত্র নং : সময় :

জরিপকারীর নাম/রোল নং :

			উলম্ব বৃত্ত রিডিং			অনুভূমিক বৃত্ত রিডিং			
যন্ত্রের অবস্থান	দৃষ্ট স্টেশন	মুখ	VC	VD	সার্বিক গড়	VA	VB	সার্বিক গড়	মন্তব্য
A	O	L	29°26′	29°54′	29°52′30″	0°0′0″	180°0′0″	70°55′	A ও B-এর দূরত্ব 12.5 মি. যন্ত্রের উচ্চতা 1.35 মি.
		R	29°50′	29°50′		71°0′	251°0″		
		L				71°0′	251°0′		
	B	R				141°50′	321°50′		
B	A	L				0°0′0″	180°0′0″	80°23′	
		R				80°22′	260°22′		
		L				80°22′	260°22′		
	O	R				160°46′	340°46′		

চিত্র নং 4.8 ধরা যাক

ABC একটি অনুভূমিক তলের

ত্রিভুজ যা পর্যবেক্ষণ স্টেশন(A)-এর

যন্ত্রের উ২চতায় অবস্থিত। এখানে

α – A স্টেশনের অনুভূমিক কোণ

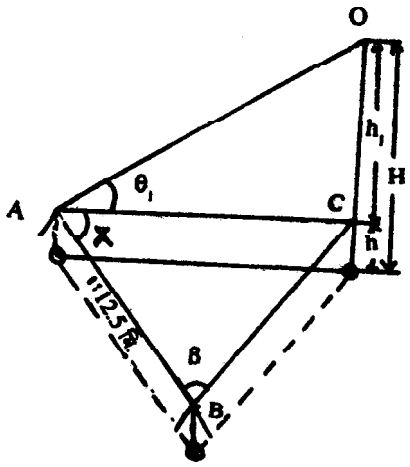
β – B স্টেশনের অনুভূমিক কোণ

θ – A স্টেশনের বস্তুর (O) উন্নতি কোণ

h_1 – কলিমেশন লাইনের উপরে বস্তুর উ২চতা

h – যন্ত্রের উ২চতা

H – বস্তুর মোট উ২চতা



চিত্র নং 4.8

অতএব ABC ত্রিভুজের

$$\angle C = 180° - (\alpha + \beta)$$
$$= 180° - (70°55' + 80°23')$$
$$= 28°42'$$

sin সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$\frac{AC}{\sin\angle\beta} = \frac{AB}{\sin\angle C}$$

বা, $$AC = \frac{AB\sin\angle\beta}{\sin\angle C}$$

$$= \frac{12.5\,m\sin 80°23'}{\sin 28°42'}$$

$$AC = 25.66m$$

সমকোণী ত্রিভুজ AOC থেকে

$$\frac{OC(h_1)}{AC} = \tan\theta$$

বা, $h_1 = AC \tan 29°52'30''$

$= 25.66m \tan 29°52'30''$

$h_1 = 17.74$ মি

$\therefore H = h + h_1$

$= 1.35$ মি. $+ 14.74$ মি.

$= 16.09$ মি.

4.5 প্রশ্নাবলী :

(1) গড় সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে 150 মি. উপরে একটি সমতল ভূমিতে 500 মি. দীর্ঘ একটি মূলরেখা (base line) AB র প্রান্ত্র থেকে একটি বাতিস্তম্ভ XY এর পাদদেশ x এতে অনুভূমিক কোণ $\angle XAB = 58°30'$ ও $\angle XBA = 75°28'$ এবং বাতি স্তম্ভের শীর্ষ y তে উলম্ব কোণ $XAY = 10°15'$ থেকে একটি থিওডোলাইটের দ্বারা পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে। A তে যন্ত্রের উ২চতা 1.50 মি. হলে গড় সমুদ্র পৃষ্ঠ থেকে বাতিস্তম্ভের উ২চতা কত?

(2) সমুদ্রপৃষ্ঠের 1240 ফুট উপরে একটি সমতল ভূমিভাগের উপর 2460 ফুট একটি দীর্ঘ ভূমি রেখা AB এর প্রান্ত্র থেকে একটি খাড়া টাওয়ার CD এর পাদদেশ C তে ট্রানজিট থিওডোলাইটের দ্বারা প্রা৫ অনুভূমিক কোণ $\angle CAB = 59°20'$ ও $\angle CBA = 71°48'$ এবং A টাওয়ারের শীর্ষ D তে উলম্ব কোণ $\angle CAD = 15°14'$ পরিমাপ করা হয়েছে। A স্টেশনে যন্ত্রের উ২চতা নগণ্য ধরে নিয়ে সমুদ্র পৃষ্ঠের উপরে টাওয়ারের উ২চতা নির্ণয় করুন।

একটি লম্বা টাওয়ার (T) এর উ২চতা A, B ও C তিনটি ভূমি স্টেশন থেকে থিওডোলাইটের দ্বারা নির্ণয় করতে হবে। স্টেশন C, A ও B স্টেশনের ঠিক মাঝখানে অবস্থিত। A ও B এর মধ্যে দূরত্ব 203 মি. অনুভূমিক কোণ $\angle TAB = 62°30'$, $\angle TBA = 58°40'$C স্টেশনের উপর স্থাপিত থিওডোলাইটের উলম্ব কোণ : (a) টাওয়ারের পাদদেশে জ্বঅবণতি কোণৰ 3°27′ ও (b) টাওয়ারের শীর্ষে জ্বউন্নতি কোণৰ 35°33′। নীচ থেকে উপর পর্যন্ত্র টাওয়ারের উ২চতা নির্ণয় করুন।

———

একক 5 মানচিত্র অভিক্ষেপ ঃ মূল ধারণা ও বিষয়

গঠন

5.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

5.2 মানচিত্র অভিক্ষেপ ঃ সংজ্ঞা, ভূগোলক সম্বন্ধীয় ধারণা

5.3 মানচিত্র অভিক্ষেপের শ্রেণী বিভাগ

5.4 মানচিত্র অভিক্ষেপের ধর্ম

5.5 গোলকীয় স্থানান্ধক

5.6 স্কেল

5.7 ভূগোলকের উপর কিছু মৌলিক পরিমাপ

5.8 মানচিত্র অভিক্ষেপে ব্যবহৃত পরিভাষা

5.9 মানচিত্র অংকনকালীন অনুসরনযোগ্য বিষয় সমূহ

5.10 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

5.11 উত্তরমালা

5.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

মানচিত্র হল কাগজ বা অন্য পদার্থের সমতল পৃষ্ঠের উপর প্রাকৃতিক ও সাংস্কৃতিক উপাদান সহ সমগ্র পৃথিবী বা এর যে কোন অংশের অংকিত ছাপানো চিত্র যা একটি নির্দিষ্ট স্কেল ও অভিক্ষেপ অনুযায়ী প্রচলিত প্রতীক চিহ্নের সাহায্যে এমনভাবে আঁকা হয় যে এর প্রতিটি বিন্দু ভূ-পৃষ্ঠের উপরে অনুরূপ প্রতিটি বিন্দুর সন্দেগ যথাযথভাবে মিলে যায়। তাই মানচিত্র ভৌগোলিকদের কাছে এবং এই বিষয়ের সন্দেগ সম্পর্কযুক্ত গবেষকদের গবেষণা কাজে ও তা উপস্থাপনের কাজে এক অপরিহার্য বস্তু (tool)। এছাড়া অন্য যে কেউ মানচিত্র বিষয়ে একান্ত কৌতূহলী হয়ে উঠতে পারে যদি দেখা যায় যে তার দৈনন্দিন যাতায়াতের পথ ও বাড়ীর অবস্থান কোন মানচিত্রে তুলে ধরা হয়েছে। যেহেতু মানচিত্রের মাধ্যমে প্রাকৃতিক ও সাংস্কৃতিক বিষয় সমূহ পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে তুলে ধরা যায়, সেহেতু নিজ নিজ বিষয়ে আগ্রহী মানুষ মানচিত্র পাঠ ও চর্চায় কৌতূহলী হয়ে ওঠে। যেমন কোন পর্যটক পর্যটন বিষয়ের মানচিত্রে আগ্রহী হয়। তাতে সে বিভিন্ন স্থানের অবস্থান, দূরত্ব সবই জানতে পারে এবং সেই মত সে তার সময় সূচী ও পথ-নির্দেশিকা বানাতে পারে। গ্রামাঞ্চলের মানুষ মৌজা মানচিত্রের

সাহায্যে তার বাড়ী, জমি, বাগান, পুকুর ইত্যাদি অবস্থান সম্বন্ধে এক ঝলকে সব জানতে পারে। কোন এলাকার আর্থনৈতিক উন্নয়নের জন্য পরিকল্পনা করতে গেলে মানচিত্র অপরিহার্য। ক্ষেত্র সমীক্ষার ক্ষেত্রে মানচিত্র অবশ্যই দরকার। মহাকাশ গবেষণা, জ্যোতির্বিদ্যা চর্চায় ও ইহা কাজে লাগে। মূলত ভূ-পৃষ্ঠের অবস্থান বিষয়ক, দিক ও দূরত্ব বিষয়ক এমনকি পরিবেশ বিষয়ক কাজে মানচিত্রের ব্যবহার বহুল।

সুতরাং ভূ-পৃষ্ঠের ক্ষেত্রিয় বিষয় সমূহকে যথাযথভাবে মানচিত্রে দেখাতে হলে সঠিক ও উপযুক্ত মানচিত্র অভিক্ষেপের (map projection) প্রয়োজন।

উদ্দেশ্য : মানচিত্র অভিক্ষেপ থেকে আপনারা জানতে পারবেন যে.

(i) মানচিত্র কি এবং এর প্রয়োজনীয়তা।

(ii) মানচিত্র অভিক্ষেপ ও এর প্রকার ভেদ সম্বন্ধে।

(iii) পৃথিবী, ভূগোলক (globe) ও স্কেল সম্বন্ধে।

(iv) অক্ষরেখা, দ্রাঘিমারেখা-সম্বন্ধে।

(v) মানচিত্র অভিক্ষেপের ধর্ম (properties) সম্বন্ধে।

(vi) মানচিত্র অভিক্ষেপ গঠন ও অংকন পদ্ধতি সম্বন্ধে।

5.2 মানচিত্র অভিক্ষেপ কি. সংজ্ঞা

প্রথমে জানা দরকার 'অভিক্ষেপ' (projection) বলতে কি বুঝায়। প্রেক্ষাগৃহে ছায়াছবি দেখার সময় দেখা যায় যে আলোর সাহায্যে কোন বস্তুর ছবি সঠিক ভাবে সামনের পর্দায় ভেসে উঠেছে। একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে আলোর উৎসের মাধ্যমে কোন ছবি পর্দায় অভিক্ষিপ্ত হয় তাহলে অভিক্ষেপের জন্য দরকার হল আলো, বস্তু/ছবি ও পর্দা, পর্দা হল একটি তল (plane)। সুতরাং, **নির্দিষ্ট অবলোকন বিন্দু (view point) থেকে আলোর সাহায্যে কোন বস্তুকে একটি তলের উপর সঠিকভাবে নিক্ষেপ করাকে বলা হয় অভিক্ষেপ (Projection)।**

মানচিত্র অভিক্ষেপও (map projection) ঠিক একই রকম। এক্ষেত্রে উপাদানগুলি হল আলো, ভূগোলক (globe) ও কাগজ। মানচিত্র অভিক্ষেপে কাগজের উপর ভূগোলককে সামগ্রিক বা আংশিক ভাবে অভিক্ষেপ করা হয়। ভূগোলককে বলা হয় পৃথিবীর ক্ষুদ্র প্রতিরূপ বা সংস্করণ (globe is an epitome or Replica of the earth)। যে কোনো ভূগোলকে পৃথিবীর সব বৈশিষ্ট্যই যথাযথ ও সঠিকভাবে বজায় থাকে। বস্তুত ভূগোলকের অভিক্ষেপ বলতে এর উপর যে সব সমাক্ষ রেখা ও দ্রাঘিমা রেখা চিহ্নিত করা আছে সে গুলিরই কাগজের উপর অভিক্ষেপ। আলোর রশ্মির পথে যদি কোন স্বচ্ছ ভূগোলক রাখা হয় এবং আলোর বিপরীতে ভূগোলকের উপর কোন কাগজ রাখা হয় তাহলে দেখা

যাবে যে তীক্ষ্ণ কালো রেখায় সমাক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা গুলি একে অন্যকে প্রতিছেদ করে একটি জালের ন্যায় কাগজের উপর অভিক্ষিপ্ত হয়েছে। সুতরাং একটি অবলোকন বিন্দু থেকে ভূগোলককে যেমন দেখায় তেমনভাবে যখন কোন তলের ন্যাকাগজের উপর ভূগোলককে এমনভাবে অভিক্ষিপ্ত করা হয় যাতে শ্রেণীবদ্ধ, যথাযথ ও সঠিকভাবে সব সমাক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা পরস্পরকে ছেদ করে জালের ন্যায় ঐ তলের উপর অভিক্ষিপ্ত হয় তখন তাকে বলা হয় মানচিত্র অভিক্ষেপ (Map Projection)। অতএব মানচিত্র অভিক্ষেপ অংকন করার অর্থ হল কাগজের উপর পরস্পর ছেদকারী সমাক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখার অংকন।

ভূগোলক হল অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা হল

ভূগোলকের উপর অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখার যে জালিকা আছে তার কতকগুলি বৈশিষ্ট্য আছে, সেগুলি হল হল

1. নিরক্ষরেখা ভূগোলককে দু'টি অর্ধে ভাগ করেছে যথা— উত্তর গোলার্ধ ও দক্ষিণ গোলার্ধ।

2. নিরক্ষরেখা মেরু অক্ষের সহিত লম্ব অবস্থানে আছে।

3. সব সমাক্ষরেখা নিরক্ষরেখার সমান্তরাল।

4. যে কোন দু'টি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী দূরত্ব সব দ্রাঘিমা রেখা বরাবর সমান।

5. নিরক্ষরেখাই কেবল মাত্র মহাবৃত্ত।

6. প্রতিটি দ্রাঘিমারেখা একটি মহাবৃত্তের অর্ধেক দৈর্ঘ্যের। ইহা দু'টি মেরুর মধ্যবর্তী ক্ষুদ্রতম রেখা।

7. সব দ্রাঘিমারেখা দু'টি মেরু বিন্দুতে মিলিত হয়েছে।

8. একটি নির্দিষ্ট অক্ষরেখা বরাবর দু'টি দ্রাঘিমা রেখার মধ্যবর্তী দূরত্ব সমান, কিন্তু মেরু দ্বয়ের দিকে এই দূরত্ব ক্রমশ হ্রাস পায়।

9. অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা একে অপরকে সমকোণে ছেদ করে।

10. পৃথিবীর পরিমাপের পরিপ্রেক্ষিতে সব এলাকা সঠিক স্কেল অনুপাত অনুযায়ী আছে।

এসব বৈশিষ্ট্যের জন্য ভূগোলক নিম্নলিখিত ধর্ম (properties) বজায় রাখে হল

1. ভূগোলক ভূ-পৃষ্ঠের উপাদানগুলিকে তাদের সঠিক আকৃতিতে (shape) তুলে ধরে। তাই ইহা সমাকৃতি (confomality or orthomorphism) ধর্ম বজায় রাখে।

2. সব উপাদানের আনুপাতিক আকার (size) ঠিক থাকে ফলে ভূগোলকের আছে সমক্ষেত্রফল (equal area or equivalance) ধর্ম।

3. ভূগোলকের উপর দূরত্ব সঠিকভাবে বজায় থাকে। তাই ইহা equidistant ধর্ম ধরে রাখে।

4. পৃথিবীর উপর একটি বিন্দু থেকে আর একটি বিন্দু যে অভিমুখে (direction) থাকে ভূগোলকও সেই একই দিক বজায় রাখে। অর্থাৎ ইহা azimuth বা true bearing ধর্ম বজায় রাখে।

5.3 মানচিত্র অভিক্ষেপের শ্রেণী বিভাগ ঃ-

অনেক বৈশিষ্ট্য বা উপাদানের উপর ভিত্তি করে মানচিত্র অভিক্ষেপের বহু শ্রেণী বিভাগ আছে, কিন্তু যে সব শ্রেণী বিভাগ বেশী প্রচলিত তা দেখানো হল ঃ-

ক্রম নং ঃ-	উপাদান য নিয়ন্ত্রক	শ্রেণী
1.	অভিক্ষেপ তল	(i) প্ল্যানার (Planar) (ii) শান্দ্বকব (Conical) (iii) বেলন (Cylindrical)
2.	অভিক্ষেপের পদ্ধতি	(i) দৃশ্যানুগ (Perspective) (ii) প্রায় দৃশ্যানুগ (Semi perspective (iii) অ-দৃশ্যানুগ (Non-perspective) (iv) কনভেনশনাল (Conventional)
3.	ধর্ম য বৈশিষ্ট	(i) হোমোলোগ্রাফিক (Homolographic) (ii) অর্থোমরফিক (Orthomorphic) (iii) অ্যাজিমুথাল (Azimuthal) (iv) সমদূরবর্তী (Equidistant)

5.4 মানচিত্র অভিক্ষেপের ধর্ম (Properties of Map Projection)

একটি ভূগোলকে আকৃতি, আয়তন বা আকার, দিক (direction) দিগংশ (azimuth) দূরত্ব সবই বজায় থাকে। বস্তুত এগুলি হল মানচিত্র অভিক্ষেপের ধর্ম (properties), কারণ এই সব ধর্মগুলি মানচিত্র অভিক্ষেপে বজায় রাখা হয়। তবে কোন একটি অভিক্ষেপে সব ধর্ম বজায় রাখা সম্ভব হয় না, কারণ ভূগোলক হল ত্রিমাত্রিক, কিন্তু অভিক্ষেপ হল দ্বিমাত্রিক যেহেতু ইহা কোন তলে অভিক্ষি৫ হয়। কোন তল সর্বদাই দ্বিমাত্রিক। তাই ত্রিমাত্রিক অবস্থা থেকে যখন দ্বি মাত্রিক অবস্থায় ভূগোলক অভিক্ষি৫ হয় তখন তার কিছু বৈশিষ্ট্যের বিচ্যুতি ঘটে, যেগুলি অভিক্ষেপে বজায় থাকে না। আবার কিছু ধর্ম বজায় থাকে তখন তাকে সেই অভিক্ষেপের ধর্ম বলা হয়। ফলে স্বাভাবিক ভাবে কিছু নির্দিষ্ট ধর্ম যাতে কোন অভিক্ষেপে বজায় থাকে সেই লক্ষ্যে জ্যামিতিক ও গাণিতিক নীতির উপর ভিত্তি করে পছন্দসই স্কেলে মানচিত্র অভিক্ষেপ আঁকা হয়, ফলে অভিক্ষেপকারীর উদ্দেশ্য পূরণ হয়। ধরা যাক, সমুদ্রে জাহাজ

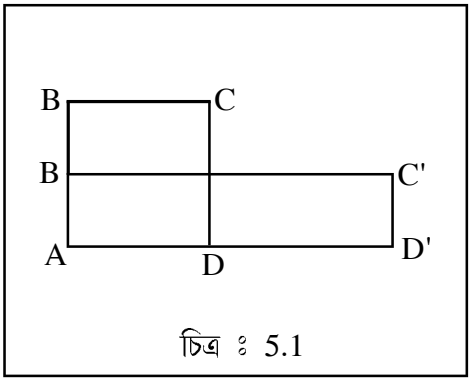
চলাচলের জন্য দিক (direction) ও দিগংশ (azimuth) ঠিক রাখা দরকার। তাহলে যে অভিক্ষেপে এই দুই ধর্ম বজায় রাখে সেই অভিক্ষেপই জাহাজ চলাচলের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়, যেমন মার্কেটর অভিক্ষেপ (Mercator's projection)।

ভূগোলকের যে কোনো অংশের একটি নির্ভুল মানচিত্র তৈরী করা যদিও অসম্ভব, তবুও একটি অভিক্ষেপে নির্দিষ্ট কিছু ধর্ম বজায় রাখা সম্ভব হয়। সেজন্য আয়তন, আকৃতি দূরত্ব ও দিক **ঘ** অভিমুখ (direction) অভিক্ষেপের এই চারটি ধর্ম আলোচনা করা হল।

1. আয়তনের সংরক্ষন (Preservation of area)

একটি মানচিত্র অভিক্ষেপে একটি ভাগের ক্ষেত্রফল বা আকারের সন্দেগ জোনরেটিং ভূগোলকের অনুরূপ **ঘ** সদৃশ (Corresponding) ভাগের ক্ষেত্রফল বা আকারকে ঠিক ঠিক ভাবে তুলনা করা সম্ভব। যখন জেনারিটং ভূগোলকের উপরিভাগের এই বৈশিষ্ট্য যে মানচিত্র অভিক্ষেপে বজায় রাখা হয় সেই অভিক্ষেপকে সমক্ষেত্রফল (equal area) বা ইকুইভ্যালেন্ট (equivalent) বা হোমোলোগ্রাফিক (homolographic) বা অ্যায়ুথালিক (authalic) অভিক্ষেপ বলা হয় অভিক্ষেপ ও ভূগোলক উভয়ের উপর লম্ব অভিমুখে (Perpendicular direction) স্কেলের গুণফল যদি প্রত্যেক বিন্দুতে সমান হয় তাহলে অভিক্ষেপের উপর সব ভাগে নির্ভুল আপেক্ষিক আকার**ঘ**ক্ষেত্রফল বজায় থাকবে। এছাড়া, এধরনের অভিক্ষেপ যদি এক অভিমুখে দূরত্ব বর্ধিত হয় তাহলে এর লম্ব অভিমুখের দূরত্ব একই অনুপাতে হ্রাস পায়হু, অন্যভাবে, লম্ব অভিমুখেগুলিতে স্কেল ফ্যাক্টরের গুণফল সর্বদা 1 হয়। অর্থাৎ $a \times b = 1$ অথবা $a = \frac{1}{b}$ or $b = \frac{1}{a}$ হয়। সুতরাং এক দিকের স্কেল অন্য আর একদিকের স্কেলের পারস্পরিক (reciprocals)। নিচের চিত্রের দ্বারা ইহা সহজেই দেখানো যেতে পারে।

ধরা যাক A B C D ত্মচিত্র নং 5.1) ভূগোলকের উপর একটি বর্গক্ষেত্র। এর আয়তন এত ছোট যে বাহুগুলি সব সরল রেখা নির্দেশ করে এবং ইহা 1 একক দৈর্ঘ্যের সমান। ধরা যাক AB' C'D' হল এর অভিক্ষেপন যাহাতে বর্গক্ষেত্রের ভূমির (AD) দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও উ২চতা (AB) অর্ধেক করে ক্ষেত্রফল বজায় রাখা হয়েছে। একে এভাবে বলা যায়,



চিত্র ঃ 5.1

$AD' = 2AD$ এবং $AD' \times AB' = 1$ বর্গ একক।

$\therefore\ AD' \times AB' = AB \times AD$

বা $2AD' \times AB' = AB \times AD$

বা $AB' = \frac{AB \times AD}{2\,AD} = \frac{1}{2}AB$

সুতরাং, অভিক্ষেপের উপর আয়তক্ষেত্র AB' C'D' এর উ২চতা ভূগোলকের উপর মূল বর্গক্ষেত্র ABCD এর উ২চতার ঠিক অর্ধেক। তাই AD' রেখা বরাবর স্কেল ফ্যাক্টর = 2.0 ও AB' বরাবর = 0.50। অতএব লম্ব অভিমুখে স্কেল ফ্যাক্টরের গুণফল 2.0×0.50, অর্থাৎ 1.0

এধরণের অভিক্ষেপে কেবলমাত্র একটি বা সর্বোত্তম দুটি বিচ্ছুতে অথবা একটি বা দুটি রেখা বরাবর সব অভিমুখে একই স্কেল থাকতে পারে। প্রত্যেক বিচ্ছু থেকে বিভিন্ন অভিমুখে অন্য সব স্থানে বিভিন্ন হয়, তাই এরূপ সমস্ত বিচ্ছুর চতুর্থদিকে কৌণিক বিকৃতি (w) ঘটে যা প্রদত্ত সূত্রের দ্বারা হিসাব করা যেতে পারে হ্ল.

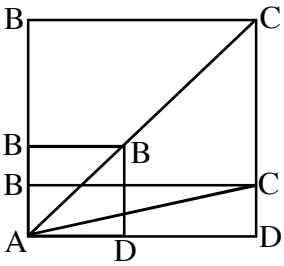
$$\sin w = \frac{a - b}{a + b}$$

অনুরূপতা বা সমরূপতা (Conformality or orthomorphism) ও তুল্যতা (equivalence) এরা পরস্পরের একেবারে বিপরীত, অভিক্ষেপে একটির উপস্থিতি অন্যটির বিচ্যুতি উল্লেখ করে। কোন মানচিত্র অভিক্ষেপ একই সন্দেগ সমরূপী ও সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট হতে পারে না, যে কোন একটি মাত্র ধর্ম বজায় থাকে।

2. আকৃতি বা রূপের সংরক্ষণ (Preservation of shape)

জেনারেটিং ভূগোলকের উপর যে কোন বিচ্ছুতে সবদিকে স্কেল এক থাকে, অর্থাৎ প্রত্যেক বিচ্ছুতে স্কেল একই হয়। কিন্তু মানচিত্র অভিক্ষেপ পৃষ্ঠে গ্র্যাটিকুলসের সংকোচন ও প্রসারন অবশ্যই ঘটে ফলে অভিক্ষেপের সর্বত্র কখনই স্কেল এক থাকে না। তথাপি সংকোচন ও প্রসারনের মধ্যে এমনভাবে নিয়ন্ত্রন ঘটানো হয় যে অভিক্ষেপের উপর প্রত্যেক বিচ্ছুতে সর্বদিকে স্কেল এক থাকে অর্থাৎ স্কেলের মান a =b হয়। তবে এক বিচ্ছু থেকে আর এক বিচ্ছুতে স্কেলের পার্থক্য ঘটে। যখন একটি মানচিত্র অভিক্ষেপে স্কেলের এই ধর্ম বজায় রাখা হয় তখন সেই অভিক্ষেপকে বলা হয় প্রকৃত রূপী (true-shape) বা অনুরূপী (Conformal) বা সমরূপী (orthomorphic)। সুতরাং যে অভিক্ষেপের উপর প্রতিটি বিচ্ছুতে সবদিকে স্কেল একই থাকে, যদিও এক বিচ্ছু থেকে অন্য বিচ্ছুতে তা পৃথক হয়, সেই অভিক্ষেপকে সমাকৃতি অভিক্ষেপ বলা হয়। একটি বিচ্ছুতে সব দিকে স্কেল একই থাকে বলে এর কোন প্রকার কৌণিক বিকৃতি (w) ঘটে না অর্থাৎ এই অভিক্ষেপে কোণ অক্ষুণ্ণ বা বজায় থাকে, সুতরাং w = 0। ভূগোলকের উপর অতি এক ক্ষুদ্র বর্গক্ষেত্র বা বৃত্ত অভিক্ষেপের উপর বর্গক্ষেত্র বা বৃত্তরূপে উপস্থাপিত হয়। তবে তা আকারে বড় হয়, তাই কেবলমাত্র মানচিত্রের আয়তনকে বৃদ্ধি করে সমাকৃতি ধর্ম অর্জন করা যেতে পারে। নীচের চিত্রের সাহায্যে এই বৈশিষ্ট্য দেখানো হল। ধরা যাক ABCD ভূগোলকের উপর একটি বর্গক্ষেত্র। এর আয়তন এত ছোট যে চারটি বাহুই সরলরেখা এবং সমান দৈর্ঘ্যের। ধরা যাক AB'C'D' ঐ বর্গক্ষেত্রের

অভিক্ষিপ্ত রূপ, যাহাতে ভূমি (AD) ও উচ্চতা (AB) দ্বিগুণ করা হয়েছে ABCD এর আকৃতি বজায় রাখতে। এবং ABCD ও AB'C'D' ঠিক ঠিক ভাবে তুলনীয়। সুতরাং AB' ও AD' বরাবর স্কেল ফ্যাক্টর একই এবং 2.0 এর সমান। এবার যদি ভূমিকে (AD) দ্বিগুণ ও উচ্চতাকে (AB) অর্ধেক করা হয় তাহলে ABCD AB_2C_2D' রূপে অভিক্ষিপ্ত হবে এবং ABCD এর বর্গক্ষেত্র রূপটি তখন বিকৃত হয়ে আয়তক্ষেত্র রূপে AB_2C_2D' হবে এবং স্কেল ফ্যাক্টরও তখন ভিন্ন হবে অর্থাৎ AD বরাবর 2.0 ও AB_2 বরাবর 0.50)।



চিত্র ঃ 5.2

সমাকৃতি অভিক্ষেপে কোণ (angle) সংরক্ষিত হয়। উপরের চিত্র থেকে AD ও AB এর পরিপ্রেক্ষিতে A বিন্দুতে C এর কৌণিক সম্পর্ক এরূপ হল.

A B' C' D' এর ক্ষেত্রে

$\angle BAC = \angle B'AC'$ এবং $\angle CAD = \angle C'AD'$

কারণ ত্রিভুজ ABC ও AB'C' এবং ত্রিভুজ CAD ও C'AD' উভয়েই সদৃশ ত্রিভুজ।

অতএব ভুগোলকের ABCD আকৃতি অভিক্ষেপে সঠিকভাবে বজায় থাকে এবং কোনরূপ কৌণিক বিচ্যুতি ঘটে না।

অন্যদিকে A বিন্দুতে সমকোণ হওয়া সত্ত্বেও $AB_2 C_2D'$ আয়তক্ষেত্রের কৌণিক বিচ্যুতি ঘটেছে। যেমন

ভূগোলকের উপর $\angle BAC \neq$ অভিক্ষেপ $\angle BAC_2$

ভূগোলকের উপর $\angle CAD \neq$ অভিক্ষেপে $\angle C_2AD'$

সুতরাং সমক্ষেত্রফল ধর্ম বজায় থাকে এধরনের অভিক্ষেপে কৌণিক বিচ্যুতি ঘটে।

তবে বাস্তবে খুবই ক্ষুদ্র এলাকার ক্ষেত্রে কেবলমাত্র সমাকৃতি ধর্ম বজায় রাখা যায়। তত্ত্বগতভাবে এই ধর্ম কেবল বিন্দুতেই প্রযোজ্য, সমগ্র মানচিত্রের ক্ষেত্রে সমরূপীতা বা অনুরূপীতা সম্ভব নয়।

3. দূরত্ব সংরক্ষণ (Preservation of distance)

একটি মানচিত্রের সব অংশে স্কেল সঠিক রাখা সম্ভব নয়, কিন্তু দ্রাঘিমারেখা বা অক্ষরেখা গুলি বা কিছু অক্ষরেখা বা কিছু দ্রাঘিমা রেখার স্কেল সঠিক রাখা সহজ। একটি মানচিত্র অভিক্ষেপের উপর সীমিত দূরত্বকে নির্ভুলভাবে দেখাতে হলে বিচ্ছুগুলির সংযোগকারী রেখা বরাবর স্কেলকে সর্বত্র একই হতে হবে এবং একই সময়ে তা ভূগোলকের প্রিন্সিপ্যাল স্কেলের সন্দেগ ঠিক ঠিক ভাবে তুলনীয় হতেই হবে। একই অভিমুখে ঞউত্তর - দক্ষিণ বা পূর্ব - পছিমৰ অর্থাৎ অক্ষরেখা বা দ্রাঘিমারেখা বরাবর স্কেল যখন বজায় থাকে তখন তাকে বলা হয় 'প্রমাণ' (Standard)। এই কারণে নামকরণ হয়েছে 'প্রমাণ অক্ষরেখা' (Standard Parallel)। কিন্তু কোন অভিক্ষেপে একটি বা দুটি বিচ্ছু থেকে সবদিকে স্কেল যদি বজায় থাকে তখন তাকে বলা হয় 'সমদূরবর্তী' (equidistant)।

সমদূরবর্তী মানচিত্রে দ্রাঘিমারেখার স্কেল প্রিন্সিপ্যাল স্কেলের সমান করা হয়। অর্থাৎ h = 1.0। এর ফলে যে মানচিত্র অভিক্ষেপ তৈরী করা হয় তাতে অক্ষরেখাগুলি দ্রাঘিমারেখাকে সঠিক দূরত্বে ছেদ করে। দ্বিতীয়ত, প্রিন্সিপ্যাল স্কেলের সন্দেগ অক্ষরেখার স্কেলকেও সমান করা হয়, অর্থাৎ k= 1.0। একটি সমদূরবর্তী মানচিত্র সমাকৃতি বা সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট হয় না, কিন্তু এই দুয়ের মধ্যে এক ব্যবহারযোগ্য আপস বা মীমাংসা থাকে। যেমন সমাকৃতি মানচিত্র অপেক্ষা কম ক্ষেত্রিয় বিচ্যুতি এবং সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট মানচিত্র অপেক্ষা কম কৌণিক বিচ্যুতি এই অভিক্ষেপে ঘটে থাকে।

4. দিক সংরক্ষণ ঞPreservation of direction)

নির্ভুল দিগংশ ঞbearing) বা অ্যাজিমুথ (azimuth) সংরক্ষণ করা প্রায়শই গুরুত্বপূর্ণ হয়। যখন একটি মানচিত্রে এই ধর্ম বজায় রাখা হয় তখন তাকে বলা হয় 'অ্যাজিমুথ্যাল' বা 'জেনিথ্যাল' ঞazimuth) অভিক্ষেপ। মানচিত্রের কেন্দ্র থেকে প্রকৃত দিগংশ ঞtrue bearing) সংরক্ষণ করা হল সবচেয়ে সহজ ব্যাপার। যখন মানচিত্রের কেন্দ্র উত্তর বা দক্ষিণ মেরুর সন্দেগ মিলিত হয় তখন দ্রাঘিমারেখা গুলি প্রকৃত দিগংশ রেখা নির্দেশ করে। যে কোন বিচ্ছু থেকে মানচিত্রের কেন্দ্রের অ্যাজিমুথ যদি সঠিক থাকে তাহলে সেই অভিক্ষেপকে 'রেট্রো-অ্যাজিমুথ্যাল' ঞRetro-azimuthal) অভিক্ষেপ বলা হয়।

5.5 Spherical Co-ordinates ঞগোলকীয় স্থানাঙ্কৰ

পৃথিবী গোলক বলে এর উপর কোন বিচ্ছু বা স্থানের স্থানাঙ্ক অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের দ্বারা নির্ণয় করা হয়। এ সম্বন্ধে আলোচনা করা হল।

1. অক্ষাংশ (Latitude)

উত্তর ও দক্ষিণ এই দুই মেরুর ঠিক মধ্যবর্তী স্থানে পূর্ব পশ্চিমে বেষ্টনকারী একটি মহাবৃত্তে কল্পনা করা হয় যা ভূ-গোলককে উত্তর ও দক্ষিণ গোলার্ধে এই দু ভাগে বিভক্ত করে। এই অক্ষরেখাটিই নিরক্ষরেখা যার মান 0°।

ভূ-পৃষ্ঠের কোন স্থান থেকে পৃথিবীর কেন্দ্র পর্যন্ত যদি কোন সরল রেখা টানা যায় তাহলে ওই রেখা নিরক্ষীয় তলের সন্দেগ যে কোণ তৈরী করে তা-ই হল ঐ স্থানের অক্ষাংশ অর্থাৎ অক্ষাংশ হল পৃথিবীর উপর অবস্থিত কোন স্থানের নিরক্ষরেখা থেকে উত্তর বা দক্ষিণের কৌণিক দুরত্ব। নিরক্ষরেখা থেকে উত্তরে বা দক্ষিণে প্রত্যেক অক্ষাংশ অনুসারে নিরক্ষরেখার সমান্তরাল কাল্পনিক বৃত্ত অন্দ্বকন করা হয়, যাদের অক্ষরেখা বলা হয়। এইভাবে নিরক্ষরেখা ছাড়া 1° অন্তর নিরক্ষরেখার উত্তরে বা দক্ষিণে 180টি অক্ষরেখা অন্দ্বকন করা হয়। তবে অক্ষরেখাগুলির মধ্যে একমাত্র নিরক্ষরেখাই মহাবৃত্ত নির্দেশ করে এবং অন্যগুলি মেরুর দিকে ক্রমশ ছোট হতে হতে মেরু বিন্দুতে পরিণত হয়।

2. দ্রাঘিমাংশ (Longitude)

ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত কোন স্থানের মূল মধ্যরেখা থেকে পূর্ব বা পশ্চিমের যে কৌণিক দূরত্ব তাই হল ওই স্থানের দ্রাঘিমা। একই দ্রাঘিমায় অবস্থিত স্থানগুলোকে ভূ-গোলককে উত্তর দক্ষিণে বেষ্টনকারী কাল্পনিক রেখা দ্বারা যোগ করলে যে সব রেখার সৃষ্টি হয় তাদের দ্রাঘিমারেখা বলে। ইহারা প্রত্যেকে সমদৈর্ঘ্যের অর্ধবৃত্তাকার রেখা। লণ্ডনের নিকট গ্রীনিচের উপর অবস্থিত 0° মানের দ্রাঘিমারেখাটিকে মূল মধ্যরেখা ধরা হয় এবং ইহার পূর্ব ও পশ্চিমে 1° অন্তর 180 টি করে দ্রাঘিমারেখা টানা হয় অর্থাৎ দ্রাঘিমারেখার সর্বোচ্চ মান 180°।

5.6 স্কেল :

জেনারেটিং (Generating ভূগোলকের ব্যাসার্ধ (R) নির্ণয়ের পদ্ধতি বিভিন্ন প্রকার স্কেলের মাধ্যমে কিভাবে হয়ব তা দেখানো হল।

[ভূগোলকের ব্যাসার্ধ = $\frac{\text{[illegible]}}{\text{R.F} - \text{[illegible]}}$]

প্রকৃত পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 250,000,000 inch

বা 640,000,000 cm.

প্রদত্ত স্কেল অনুযায়ী জেনারেটিং ভূগোলক এর ব্যাসার্ধ নির্ণয় :

5.6.1. R.F স্কেল দেওয়া থাকলে

ধরা যাক প্রদত্ত R. F. 1 : 50,000,000

$$\therefore R \frac{250,000,000}{50,000,000} \text{inches}$$

$$= 5 \text{ inches}$$

ধরা যাক প্রদত্ত R. F. 1 : 50,000,000

$$\therefore R = \frac{640,000,000}{50,000,000} \text{cm.}$$

$$= 12.8 \text{ cm.}$$

5.6.2 বর্ণনা মূলক স্কেল হলে :

ধরা যাক, 1 ইঞ্চিতে 500 মাইল,

$$R = \frac{4000}{500} \text{ inch} = 8\text{inch}$$

ধরা যাক, 1 cm তে 800 km

$$R = \frac{64000}{800} \text{ cm} = 8 \text{ cm}$$

[পৃথিবীর ব্যাসার্ধ মাইলে 4000 ও কিমিতে 6400 ধরা হয়]

5.6.3 কৌণিক স্কেল দেওয়া থাকলে

ধরা যাক নিরক্ষরেখায় পৃথিবীর 10° কোণ ভূগোলকের 1 ইঞ্চির সমান

$$\therefore \frac{2\pi R}{360^\circ} \times 10^\circ = 1 \text{ inch}$$

$$\text{or } R = \frac{18}{\pi} \text{inches} = 5.73 \text{ inch (appr.)}$$

$$\text{or } R(10^\circ)^c = 1 \text{ inch}$$

$$\text{or } R = \frac{1''}{0.174532} = 5.73 \text{ inch (approx.)}$$

5.6.4 যে কোন দ্রাঘিমারেখার উপর **10°** জেনারেটিং ভূগোলকের উপর **1 inch** নির্দেশ করলে

$$\frac{\pi R}{180} \times 10^{\circ} = \text{inch}$$

or $R = \frac{18}{\pi}$ inches = 5.73 (approx)

5.6.5 60° অক্ষরেখায় 10° যদি ভূগোলকের **1 inch** নির্দেশ করে

$$\frac{2\pi R \cos 60^\circ}{360^\circ} \times 10^\circ = \text{linch}$$

$$R\frac{18}{\pi \cos 60^\circ}\text{inch} = \frac{18}{3.14159 \times 0.5}\text{inch} = 11.46 \text{ inch(app.)}$$

or $R(10^\circ)^c \cos 60^\circ = 1$ inch

$$R = \frac{1''}{.174532 \times 0.5}\text{inch} = 11.46\text{inches(approx)}\left[(1^\circ)^c = \frac{\pi}{180}\right]$$

5.7 ভূ-গোলকের উপর কিছু মৌলিক পরিমাপ :

ভূগোলকের উপর কিছু কৌণিক পরিমাপ অতি অবশ্যই মনে রাখবেন। অভিক্ষেপ অংকনের জন্য হিসাব করতে গেলে এগুলির দরকার হবে।

1. নিরক্ষরেখার ব্যাসার্ধ $2\pi R$
2. নিরক্ষরেখার দৈর্ঘ্য R
3. যে কোন অক্ষরেখার ত্রাঘব ব্যাসার্ধ $R\cos\phi$
4. যে কোন অক্ষরেখা ত্রাঘব এর দৈর্ঘ্য $2\pi R\cos\phi$
5. যে কোন দ্রাঘিমারেখার দৈর্ঘ্য $= \frac{2\pi R}{2}$ বা πR
6. যে কোন দ্রাঘিমারেখা বরাবর দুটি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী দৈর্ঘ্য বা দ্রাঘিমারেখা বরাবর নির্দিষ্ট কৌণিক দুরত্বে বিভাজন $= \frac{\pi R}{180^\circ} \times (\text{int.})^\circ$

7. যে কোন অক্ষরেখা বরাবর দুটি দ্রাঘিমারেখার মধ্যবর্তী দৈর্ঘ্য বা অক্ষরেখা বরাবর নির্দিষ্ট কৌণিক দূরত্বে বিভাজন $= \frac{2\pi R \cos\phi}{360^\circ} \times (\text{int.})^\circ$

8. ভূ-গোলকের পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফল $4\pi R^2$

9. যে কোন গোলার্ধের ক্ষেত্রফল $\frac{2\pi R^2}{2}$ বা $2\pi R^2$

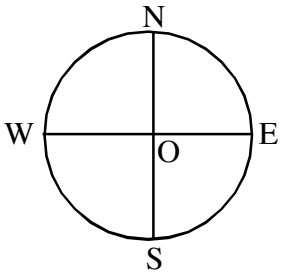
10. ভূগোলকে নিরক্ষরেখা ও যে কোন অক্ষরেখা মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফল $2\prod R^2 \sin\phi$

5.8 মানচিত্র অক্ষিক্ষেপে ব্যবহৃত পরিভাষা (Terminology of Map Projection)

মানচিত্র অভিক্ষেপ বর্ণনা ও বিশ্লেষণ করতে গেলে সময়ে সময়ে কিছু বিশেষ টার্ম (term) বা নাম এসে যায়। এই টার্ম ও নামগুলিকে যাতে বুঝতে না অসুবিধা হয় তার জন্য এগুলিকে ব্যাখ্যা করা হল।

5.8.1 জেনারেটিং গ্লোব (Generating globe)

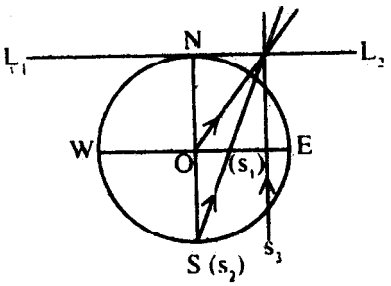
যে ভূ-গোলকের পরিপ্রেক্ষিতে ভূ-গোলকের ভিতরে বা বাইরে বিভিন্ন বিচ্ছুতে আলোর উৎসের সাহায্যে অভিক্ষেপ অন্দ্বকন করা হয় তাকে সাধারণ ভাবে জেনারেটিং গ্লোব বলে। সুবিধার জন্য ইহার কেবলমাত্র অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলিকে কালোরেখা দ্বারা চিহ্নিত করা হয়ে থাকে। চিত্রে NWSE জেনারেটিং গ্লোব নির্দেশ করে যার কেন্দ্র 0।



চিত্র 5.3

5.8.2 আলোর উৎস (Source of light)

একটি অভিক্ষি৫ তলের উপর স্পষ্ট ও তীক্ষ্ণ ছায়ার মাধ্যমে ভূ-গোলক পৃষ্ঠ থেকে অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলি অভিক্ষেপের জন্য একটি নির্দিষ্ট বিচ্ছু থেকে অসংখ্য আলোর রশ্মির উৎসরণ দরকার হয়। আলোর উৎসের বিচ্ছুকে বলা হয় অবলোকন বিচ্ছু (viewpoint), এরুপ আলোর উৎস জেনারেটিং ভূ-গোলকের মধ্যে, উপরে বা বাইরে থাকতে পারে। উপরের চিত্রে (5,4) S_1, S_2 এবং S_3 হল আলোর উৎস।



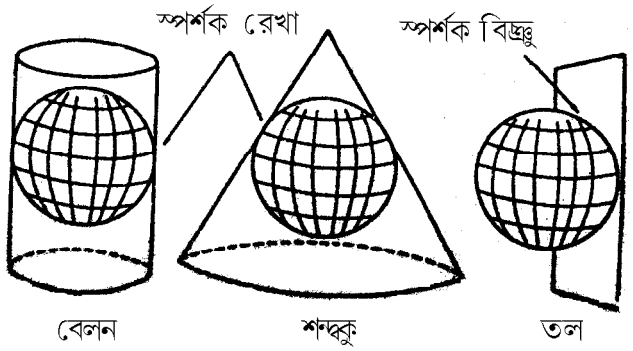
চিত্র 5.4

5.8.3 অভিক্ষেপ তল (Plane of projection)

যে তলের উপর আলোর উৎস থেকে অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলি অভিক্ষিপ্ত হয় এবং এদের পারস্পরিক প্রতিছেদ (mutual intersections) গ্র্যাটিকুলস্ - এর জাল গঠন করে, তাকে অভিক্ষেপ তল বলে। চিত্র নং 2-এ L_1, L_2 হল অভিক্ষেপ তল।

5.8.4 বিকাশশীল পৃষ্ঠ (Developable Surface)

অভিক্ষেপের একটি সমতল পৃষ্ঠ জেনারেটিং ভূ-গোলকের কেবলমাত্র একটি বিদ্রুকে স্পর্শ করে। এবং কেবলমাত্র ওই স্পর্শ বিদ্রুটি অভিক্ষেপে সঠিকভাবে উপস্থিত হয়। স্পর্শবিদ্রু থেকে ভূ-গোলকের উপর অন্য বিদ্রুর দূরত্ব যত বেশী হয় ততই অভিক্ষেপের মধ্যে বেশী বিকৃতি হয়, তাই বিচ্যুতির মাত্রা হ্রাস করতে অথবা অভিক্ষেপের উপর সঠিকতার মাত্রা বিস্তৃত করতে একটি বিস্তৃত তল অপেক্ষা এমন পৃষ্ঠ গ্রহণ করা হয়, যা জেনারেটিং ভূ-গোলককে মোটামুটি মুড়ে ফেলতে পারে।

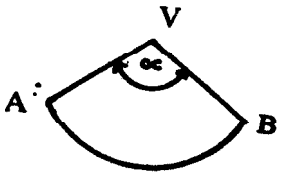


চিত্র 5.5

কাগজকে গোল করে মুড়ে একটি বেলন (cylinder) অথবা একটি শঙ্কু (a cone) তৈরী করে যদি জেনারেটিং ভূ-গোলককে স্পর্শ (চিত্র 5.5) করানো হয় তাহলে এই পৃষ্ঠগুলি একটিমাত্র বৃত্তকে স্পর্শ করে। যদি ধরা হয় যে, ভূ-গোলকের কেন্দ্রে আলোর উৎস আছে তাহলে ওই পৃষ্ঠের উপর অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলি অভিক্ষিপ্ত হয় এবং তারপর কাগজটিকে খুলে উন্মুক্ত করা হয়। এইভাবে একটি পৃষ্ঠের উপর অভিক্ষেপ বিকশিত হয়। সুতরাং যে পৃষ্ঠের উপর অভিক্ষেপ সঠিকভাবে অভিক্ষিপ্ত হয়, সেই পৃষ্ঠকে বিকাশশীল পৃষ্ঠ বলা হয়।

চিত্র নং 5.6 বিকশিত হওয়ার পর বেলুন

মানচিত্র অভিক্ষেপে একটি বেলন কিংবা একটি শন্দ্বকু হল বিকশিত পৃষ্ঠ। বেলনকে কেটে উন্মুক্ত করলে তা আয়তক্ষেত্র গঠন করে জ্বচিত্র 5.6) এবং একটি শন্দ্বকু যদি বিকশিত হয় তাহলে তা একটি বৃত্তাংশ গঠন করে। জ্বচিত্র 5.7)



চিত্র নং 5.7 বিকশিত হওয়ার পর শন্দ্বকু

5.8.5 প্ল্যানার অভিক্ষেপ (Planner projections)

যখন জেনারেটিং ভূগোলকের গ্র্যাটিকুলস্গুলি এককি তলে একটি নির্দিষ্ট বিজ্ঞুর সাপেক্ষে অভিক্ষি৫ হয়, তখন তাকে প্ল্যানার অভিক্ষেপ বলে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে তলটি ভূ-গোলকের কোন একটি বিজ্ঞুকে স্পর্শ করে থাকে। ইহাকে স্পর্শকবিজ্ঞু বলে এবং ইহা মেরুতে, নিরক্ষরেখার উপর অথবা মেরু ও নিরক্ষরেখার মধ্যবর্তী কোন স্টথানে থাকতে পারে। সকল জেনিথ্যাল বা অ্যাজিমুথাল অভিক্ষেপই এই শ্রেণীর।

5.8.6 শান্দ্বকব অভিক্ষেপ জ্বConical projections)

যখন একটি ভূ-গোলকে একটি নির্দিষ্ট অক্ষরেখা বরাবর একটি শন্দ্বকু স্পর্শক হয়ে অবস্টথান করে মানচিত্র অভিক্ষেপের সৃষ্টি করে, তখন তাকে শান্দ্বকব অভিক্ষেপ বলে।

5.8.7 বেলন অভিক্ষেপ জ্বCylindrical projections)

এক্ষেত্রে নিরক্ষরেখার সন্দেগ বেলন স্পর্শক হয় এবং এভাবে উৎপন্ন মানচিত্র অভিক্ষেপকে বেলন অভিক্ষেপ বলে।

5.8.8 দৃশ্যানুগ অভিক্ষেপ (Perspective projection)

একটি নির্দিষ্ট বিজ্ঞু থেকে আলোর বি২ছুরণের সাহায্যে ভূ-গোলকের গ্র্যাটিকুলস্ অন্দ্বকনের দ্বারা যে অভিক্ষেপের সৃষ্টি হয়, তাকে দৃশ্যানুগ অভিক্ষেপ বলে। এক্ষেত্রে একটি উৎস বিজ্ঞু থেকে আলো উৎসারিত হয় এবং এই আলোর রশ্মিগুলি স্ব২ছ ভূ-গোলকের মধ্য দিয়ে একটি তলে পতিত হয়ে ভূ-গোলকের অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখাগুলিকে ওই তল পরিস্ফুট করে তোলে। আলোর ধর্ম অনুযায়ী এই অভিক্ষেপ গঠিত হয় বলে একে Geometric Projection বা জ্যামিতিক অভিক্ষেপও বলে। আলোর উৎস এক্ষেত্রে ভূ-গোলকের মধ্যে বা বাইরে থাকতে পারে।

5.8.9 সেমি-পার্স্পেকটিভ অভিক্ষেপ (Semi-perspective projection)

অভিক্ষেপের সময় যখন একশ্রেণীর ছেদরেখাগুলিকে জ্যামিতিকভাবে এবং অন্যশ্রেণীর ছেদরেখাগুলিকে

একটি নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য সাধনের জন্য অন্যভাবে অন্ধকন করা হয়, তখন তাকে সেমি পার্স্পেকটিভ অভিক্ষেপ বলে।

5.8.10 অ-দৃশ্যানুগ অভিক্ষেপ (Non - perspective projection)

একটি নির্দিষ্ট নীতির সাহায্যে কোন নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য পরিপূর্ণ করতে যখন কোন অভিক্ষেপ আলোর সাহায্য ছাড়াই অন্ধকন করা হয়, তখন তাকে অ-দৃশ্যানুগ অভিক্ষেপ বলে।

5.8.11 কন্‌ভেনশনাল অভিক্ষেপ (Conventional projection)

যখন কোন নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য সাধনের জন্য আলোর উৎস বা অভিক্ষি৫ তলের সাহায্য ছাড়াই সম্পুর্ণরুপে গাণিতিকভাবে কোন অভিক্ষেপ অন্ধকন করা হয়, তখন তাকে কন্‌ভেনশনাল অভিক্ষেপ বলে।

5.8.12 সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অভিক্ষেপ (Equal area projection)

যে সকল অভিক্ষেপে মেরুবিচ্ছ্রু এবং যে কোন অক্ষরেখা অথবা দুটি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফল ভূ-গোলকের মেরুবিচ্ছ্রু এবং যে কোন অক্ষরেখা অথবা দুটি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী ক্ষেত্রফলের সমান, তাদের সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অভিক্ষেপ বলে। এই অভিক্ষেপে রেডিয়াল স্কেল এবং ট্যানজেনসিয়াল স্কেল পরস্পরের অনোন্যক অর্থাৎ রেডিয়াল স্কেল যে হারে হ্রাস পায়, ট্যানজেনসিয়াল স্কেল সেই হারে বেড়ে যায় এবং এইভাবে অভিক্ষেপে ক্ষেত্রফল সর্বত্র সঠিক রাখা হয়।

তবে এই প্রক্রিয়ায় স্কেলের সামঞ্জস্য রাখতে গিয়ে আকৃতি ও দূরত্বের বিচ্যুতি ঘটে।

5.8.13 সমাকৃতি অভিক্ষেপ (Orthomorphic or conformal projection)

যেসকল অভিক্ষেপে মানচিত্রের বা ইহার কোন অংশের আকৃতি ভূ-গোলকের বা তার কোন অংশের অনুরূপ হয়, তাদের সমাকৃতি অভিক্ষেপ বলে। একটি অনুরূপ বা সমাকৃতি মানচিত্র অভিক্ষেপ হল, যেখানে মানচিত্রের বিচ্ছ্রুতে স্কেলের বিচ্যুতি সমান হবে অর্থাৎ যে কোন বিচ্ছ্রুতে রেডিয়াল স্কেল এবং ট্যানজেনসিয়াল স্কেল পরস্পর সমান হবে। এইপ্রকার মানচিত্র অভিক্ষেপে কোনরূপ কৌণিক বিচ্যুতি হয় না অর্থাৎ কোণ সংরক্ষিত হয়।

5.8.14 সম-দূরবর্তী অভিক্ষেপ (Equi-distant projection)

সম-দূরবর্তী মানচিত্র অভিক্ষেপ হল সেই প্রকারের অভিক্ষেপ যেখানে কোন একটি বা দুটি বিচ্ছ্রু থেকে সকল অভিমুখে দূরত্ব ভূ-গোলকে সংশ্লিষ্ট বিচ্ছ্রু থেকে সকল অভিমুখে দূরত্বের সমান হয়। অর্থাৎ ভূ-গোলক ও অভিক্ষেপে দূরত্ব সর্বদা সঠিক রাখা হয়। এই অভিক্ষেপে দ্রাঘিমারেখা বরাবর স্কেল অর্থাৎ

রেডিয়াল স্কেল সর্বত্র সমান। কিন্তু অক্ষরেখা বরাবর স্কেল অর্থাৎ ট্যানজেনসিয়াল স্কেল এর বিচ্যুতি ঘটে। স্কেলের এই বিচ্যুতির জন্য আয়তন ঠিক রাখা যায় না।

5.8.15 অ্যাজিমুথাল (Azimuthal) অভিক্ষেপ (Azimuthal projection)

একটি অ্যাজিমুথ (Azimuth) হল একটি প্রকৃত দিগংশ। অ্যাজিমুথাল অভিক্ষেপ হল সেই অভিক্ষেপ যেখানে একটি বা দুটি বিচ্ছু থেকে সকল অভিমুখে অ্যাজিমুথ ভূ-গোলকের সন্দেগ সঠিকভাবে নির্দেশিত হয়। অন্যভাবে বলা যায়, অভিক্ষেপের উৎপত্তি বিচ্ছুতে অর্থাৎ কেন্দ্রে যে কোন সরলরেখা বা দ্রাঘিমারেখার মধ্যে উৎপন্ন কোণ জেনারেটিং ভূগোলক - এ অনুরূপ মহাবৃত্ত ও দ্রাঘিমারেখার মধ্যে কোণের সন্দেগ সঠিকভাবে সমান হলে তাকে অ্যাজিমুথাল অভিক্ষেপ বলে।

5.8.16 মূল স্কেল (Principal scale)

ইহা হল জেনারেটিং ভূ-গোলকের স্কেল। ইহা নমিন্‌ল স্কেল (nominal scale) নামেও পরিচিত।

5.8.17 প্রকৃত স্কেল (Actual scale)

অভিক্ষেপের উপর প্রকৃতই বিদ্যমান স্কেল হল প্রকৃত স্কেল। generating ভূ-গোলকের স্কেল অনুযায়ী মানচিত্র আঁকা হয়। কিন্তু সব অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখা বরাবর ঐ স্কেল বজায় থাকে না। স্কেলের বিচ্যুতির পরিমাণ অনুযায়ী প্রকৃতপক্ষে অভিক্ষেপের যে বিচ্ছুতে যে স্কেল হয়, তাহাই হল প্রকৃত স্কেল।

5.8.18 স্কেল ফ্যাক্‌টর (Scale factor)

ইহা হল মূল স্কেলের হর এবং প্রকৃত স্কেলের হরের অনুপাত।

5.8.19 রেডিয়াল স্কেল (Radial scale)

ইহা দ্রাঘিমারেখা (meridian) বরাবর স্কেল।

5.8.20 ট্যানজেনসিয়াল স্কেল (Tangential scale)

ট্যানজেনসিয়াল স্কেল হল অক্ষরেখা (parallel) বরাবর স্কেল।

5.8.21 মধ্য দ্রাঘিমারেখা (Central meridian)

অভিক্ষেপে গ্রাটিকুল graticule এর সমগ্র দ্রাঘিমাংশগত বিস্তৃতিকে যে দ্রাঘিমারেখা সমান দু'ভাগে বিভক্ত করে, তাকে মধ্য দ্রাঘিমারেখা বলে। ইহা হল অভিক্ষেপের সর্বমধ্য দ্রাঘিমারেখা যা প্রধানত

সরলরেখায় অঙ্কিত হয় এবং অক্ষরেখা অঙ্কনের জন্য স্কেল অনুসারে সঠিকভাবে বিভক্ত করা হয়। এর স্কেল ঠিক থাকে।

5.8.22 প্রমাণ অক্ষরেখা (Standard parallel)

ভূ-গোলকের যে অক্ষরেখা শাঙ্কব বা বেলন তলের সঙ্গে স্পর্শক হয়ে থাকে তাকে প্রমাণ অক্ষরেখা বলে। ইহা সর্বদা তলের সঙ্গে স্পর্শক (tangent) হয় এবং স্কেল সঠিক হয়।

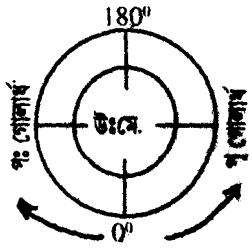
5.8.23 গ্রাটিকিউল (Graticule)

পরস্পর ছেদকারী অক্ষরেখা এবং দ্রাঘিমা রেখার জালিকাকে সাধারণত গ্র্যাটিকিউল বলে।

5.9 মানচিত্র অংকন কালীন অনুসরণযোগ্য বিষয় সমূহ হল.

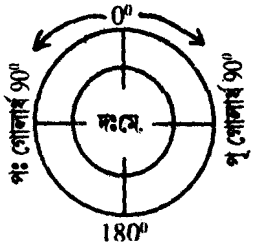
1. 0° দ্রাঘিমা রেখা থেকে পূর্ব গোলার্ধের দ্রাঘিমারেখার মান পূর্বদিকে বা অভিক্ষেপের ডানদিকে বাড়ে। একইভাবে পশ্চিম গোলার্ধের মান পশ্চিমদিকে বা বামদিকে বাড়ে।

2. অক্ষরেখার মান নিরক্ষরেখা থেকে মেরুর দিকে বাড়ে। মেরুস্পর্শী জেনিথাল (Polar Zenithal) অভিক্ষেপে অভিক্ষেপের কেন্দ্রে এই মান সর্বাধিক হয়। কেন্দ্র থেকে অক্ষরেখার মান বাইরের দিকে অর্থাৎ নিরক্ষরেখার দিকে কমতে থাকে। এই প্রকার অভিক্ষেপ ও শাঙ্কব অভিক্ষেপে লক্ষ্য করবেন যে দৈর্ঘ্য বড় এরূপ অক্ষরেখার মান দৈর্ঘ্যে ছোট অক্ষরেখা মানের চেয়ে কম হবে। অর্থাৎ ছোট অক্ষরেখা হলে তার মান বেশী হবে ও বড় অক্ষরেখা হলে তার মান কম হবে। বেলন সমক্ষেত্রফল (Cylindrical equal Area) অভিক্ষেপে সব অক্ষরেখার দৈর্ঘ্য সমান। তাই নিরক্ষরেখাকে লক্ষ্য করে তার উত্তরে বা দক্ষিণে মান ক্রমশ বাড়াতে থাকবেন।



চিত্র 5.8

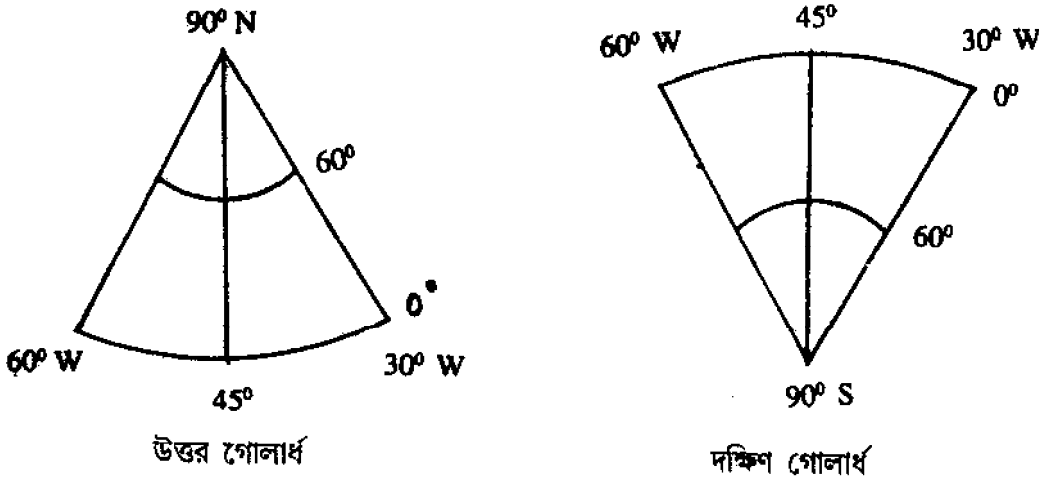
3. জেনিথাল (Zenithal) অভিক্ষেপে (Polar case) সমগ্র উত্তর গোলার্ধ আঁকলে 0^0 দ্রাঘিমা রেখা নীচে হবে ও 180^0 দ্রাঘিমা রেখা উপরের দিকে হবে, ভূ-গোলক লক্ষ্য করলে দেখবেন পূর্ব গোলার্ধে দ্রাঘিমা রেখার মান anti clockwise অভিমুখে বাড়ছে ও পশ্চিম গোলার্ধের মান ঘড়ির কাঁটার দিক অনুযায়ী বাড়ছে। (চিত্র 5.8)



চিত্র 5.9

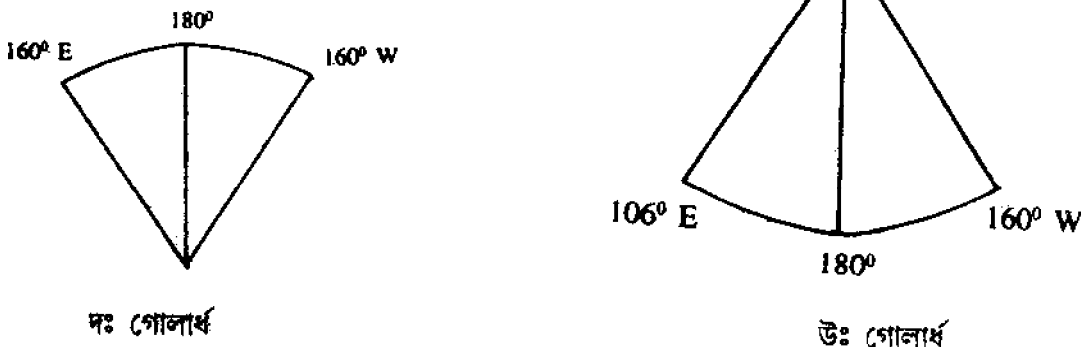
সমগ্র দক্ষিণ গোলার্ধ আঁকলে 0° দ্রাঘিমা রেখা উপরে হবে ও 180° দ্রাঘিমা রেখা নীচের দিকে হবে, কারণ তখন দেখবেন পূর্ব গোলার্ধের মান ঘড়ির কাঁটার দিকে বাড়ছে ও পশ্চিম গোলার্ধের মান ঠিক তার বিপরীত দিকে বাড়ছে। (চিত্র 5.9ৰ

4. ভূগোলকের আংশিক অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে উল্লিখিত নিয়ম মানা যাবে না। তখন অভিক্ষেপকে সামনে রেখে তার মাঝখানের দ্রাঘিমারেখা অনুযায়ী ডানদিকে বা বাঁদিকে মান লেখা হবে এবং উত্তর গোলার্ধ ও দক্ষিণ গোলার্ধের অক্ষরেখা অংকনের ক্ষেত্রে মনযোগ দেবেন। উত্তর গোলার্ধের অক্ষরেখাগুলি উত্তর মেরুর দিকে অবতল এবং দক্ষিণ গোলার্ধের অক্ষরেখাগুলি দক্ষিণ মেরুর দিকে অবতল (চিত্র 5.10)। নীচের ছবি দেখুন।



চিত্র ঃ 5.10 আংশিক অভিক্ষেপ্রে ক্ষেদ্রোঘিমারেখা ও অক্ষরেখার বিন্যাস

দ্রাঘিমারেখার মান লেখার ক্ষেত্রে পূর্বেই বলা হয়েছে যে 0° এর ডানদিকে হবে পূর্ব গোলার্ধ ও বাঁদিকে হবে পছিম গোলার্ধ। আংশিক অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে 0° দ্রাঘিমা রেখার পরিপ্রেক্ষিতে নিয়মটি ঠিক আছে। কিন্তু যদি 180° দ্রাঘিমা রেখা অভিক্ষেপে আঁকতে হয় তখন পূর্ব গোলার্ধের মান 180° দ্রাঘিমা রেখার বাঁদিকে ও পছিম গোলার্ধের মান এর ডান দিকে লিখতে হবে (চিত্র 5.11) এবং অভিক্ষেপের দুই প্রান্তে এদের মান সবচেয়ে কম হবে। 180° দ্রাঘিমা রেখাকে সামনে রেখে ভূগোলক লক্ষ্য করলে দেখবেন যে পূর্ব গোলার্ধ বাম দিকে ও পছিম গোলার্ধ ডান দিকে রয়েছে। উঃ গোলার্ধ বা দঃ গোলার্ধের পরিবর্তনে এই নিয়মের বিচ্যুতি হয় না। এছাড়া **zenithal অভিক্ষেপ কেন, যে কোন প্রকার অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে এই একই নিয়ম প্রযোজ্য।** অর্থাৎ যে কোন অভিক্ষেপে অংকিত দ্রাঘিমা রেখাগুলির কোন একই দ্রাঘিমারেখা যদি 180° হয় তাহলে এই নিয়ম প্রযোজ্য, এমন নয় যে 180° দ্রাঘিমারেখাকে অভিক্ষেপের মাঝখানেই অবস্থিত হতে হবে।



চিত্র ঃ 5.11

5. অভিক্ষেপ আঁকার পর তার চারদিকে মোটা করে সীমানা টানবেন। উপরে অভিক্ষেপের নাম লিখবেন। নীচে অভিক্ষেপের স্কেল লিখবেন। সৌষ্ঠ্রব বৃদ্ধির জন্য রৈখিক স্কেল আঁকতে পারবেন। প্রশ্নপত্রে রৈখিক স্কেল আঁকার কথা বলা থাকলে অবশ্যই অভিক্ষেপের নীচে ঐ প্রকার স্কেলে এঁকে দেবেন, অন্যথায় না আঁকলেও হবে।

6. গ্র্যাটিকিউলস্ এর মান লেখার ক্ষেত্রে ভুল হওয়ার সম্ভাবনা বেশী থাকে, এজন্য বারবার করে এঁকে দেখে নেবেন যে মানগুলি ঠিক ঠিক লেখা হয়েছে কিনা।

5.10 প্রশ্নাবলী হু.

1. মানচিত্র বলতে কি বোঝায়? মানচিত্রের প্রয়োজনীয়তা কি?
2. মানচিত্র অভিক্ষেপ কাকে বলে? এই অভিক্ষেপ কেন করা হয়?
3. কেন ভূগোলককে পৃথিবীর ক্ষুদ্র সংস্করণ বলা হয়? ইহা পৃথিবীর কি কি ধর্ম বজায় রাখে।
4. মানচিত্র অভিক্ষেপে কি কি ধর্ম (Properties) বজায় রাখা হয়? কোন একটি অভিক্ষেপে কেন সব ধর্ম বজায় থাকে না।
5. দৃশ্যানুগ ও অদৃশ্যানুগ অভিক্ষেপের মধ্যে পার্থক্য করুন।
6. মূল মধ্যরেখা ও মধ্য দ্রাঘিমা রেখার মধ্যে প্রভেদ কোথায়?
7. অভিক্ষেপ তলের প্রকারভেদ করুন ও তার বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করুন।
8. প্রমাণ অক্ষরেখা কাকে বলে? সব অক্ষরেখা কি প্রমাণ অক্ষরেখা হতে পারে?

9. মহাবৃত্তের সংজ্ঞা দিন, কি কারণে সব অক্ষরেখা মহাবৃত্ত নয়।
10. অভিক্ষেপ অংকনের সময় কি কি বিষয়গুলির উপর গুরুত্ব দেবেন?

5.11 উত্তর মালা হ্ল.

1. 5.1	দ্রষ্টব্য
2. 5.2,	"
3. 5.2	"
4. 5.2.1	"
5. 5.7.8 ও 5.7.10	"
6. 5.4.4 ও 5.7.21	"
7. 5.7.4	"
8. 5.7 ও 5.7.22	"
9. 5.4	"
10. 5.8	"

একক 6 ❑ স্টিটরিওগ্রাফিক, সহজ শান্দ্বকব ও বন্‌স্‌ অভিক্ষেপ

6.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

6.2 মে রুস্পর্শী জেনিথাল স্টিটরিওগ্রাফিক অভিক্ষেপ

6.2.1 নীতি

6.2.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন

6.2.3 অনুশীলনী

6.2.4 অন্দ্বকনপ্রণালী

6.2.5 ধর্ম

6.2.6 সীমা বদ্ধতা

6.2.7 ব্যবহার

6.2.8 প্রশ্নাবলী

6.2.9 উত্তরসংকেত

6.3 সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপ

6.3.1 নীতি

6.3.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন

6.3.3 অনুশীলনী

6.3.4 অন্দ্বকনপ্রণালী

6.3.5 ধর্ম

6.3.6 সীমা বদ্ধতা

6.3.7 ব্যবহার

6.3.8 প্রশ্নাবলী

6.3.9 উত্তরসংকেত

6.4 বন্‌স্‌ অভিক্ষেপ

6.4.1 নীতি

6.4.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন

6.4.3 অনুশীলনী
6.4.4 অন্দ্বকনপ্রণালী
6.4.5 ধর্ম
6.4.6 সীমা বদ্ধতা
6.4.7 ব্যবহার
6.4.8 প্রশ্নাবলী
6.4.9 উত্তরসংকেত

6.1 প্রস্তাবনা

একক 5 এ আপনারা মানচিত্র অভিক্ষেপের উদ্দেশ্য, বিষয় বস্তু ও পরিধি জেনেছেন। বুঝতে পেরেছেন যে নানা রকম অভিক্ষেপের মাধ্যমে ভূগোলকের বিভিন্ন ধর্ম বজায় রাখা যায়। আর এজন্য অনেক অভিক্ষেপের গ্র্যাটিকুলসের প্যাটার্নের মধ্যে সাদৃশ্য থাকলেও ধর্মগত দিক থেকে নিজ নিজ বৈশিষ্ট্য ধরে রাখে, প্রত্যেক অভিক্ষেপেরই নিজস্ব অর্ন্তনিহিত গুন থাকে। ফলে বিশেষ কোন নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য সাধনে তাদেরকে আঁকা হয়। আর এই কারণে প্রতিটি অভিক্ষেপই অনন্য। এই এককে সে রকম তিনটি অভিক্ষেপের বিষয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

উদ্দেশ্য

আপনারা এই একক পাঠ করে

1. মেরুস্পর্শী জেনিথাল স্টিরিওগ্র্যাফিক, সহজ শান্দ্বকব ও বনস্ অভিক্ষেপের গঠন, অংকন করতে পারবেন।
2. মানচিত্র অংকনে দক্ষতা অর্জন করতে পারবেন।
3. ভূগোলকের সন্দ্বেগ এই সব অভিক্ষেপের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য সম্বন্ধে জানতে পারবেন।
4. ভূগোলকের কোন অংশের মানচিত্র কোন অভিক্ষেপে বলা হয় তা জানতে পারবেন।
5. সর্বোপরি এই সব অভিক্ষেপের ধর্ম, ব্যবহার, ত্রুটি সম্বন্ধে জানতে পারবেন।

6.2 মেরুস্পর্শী জেনিথাল স্টিরিওগ্রাফিক অভিক্ষেপ (Polar Zenithal Stereographic Projection)

'স্টিরিওগ্রাফিক' (Stereographic) কথাটির অর্থ হল, সমতল পৃষ্ঠের উপর কোন কঠিন বস্তুর সীমা নির্দিষ্টকরণ। 'Stereographic' means delimitation of solid forms on a plane surface. এই

অভিক্ষেপে তত্তৎগতভাবে সমগ্র ভূগোলক অন্দ্বকন করা যায়, ব্যতিক্রম শুধু আলোর উৎসের কেন্দ্রটি। একমাত্র এই অভিক্ষেপই দুটি গোলার্ধই একই সন্দ্বেগ দেখানো যায়।

6.2.1 নীতি (Principle)

ইহা একটি দৃশ্যানুগ (Perspective) অভিক্ষেপ এবং এক্ষেত্রে স্পর্শতল যে বিজ্ঞুতে অবস্থান করে, আলোর উৎস ঠিক তার প্রতিপাদ বিজ্ঞুতে থাকে। অক্ষরেখা গুলি এক একটি পূর্ণবৃত্ত এবং দ্রাঘিমারেখাগুলি সরলরেখায় অন্দ্বিকত হয়।

6.2.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন (Trigonometrical construction)

(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ $R = $ [illegible]
RF [illegible]

(ii) যে কোন অক্ষরেখা (ϕ) এর ব্যাসার্ধ ($r\phi$) নির্ণয় চিত্রে (6.1) NWSE জেনারেটিং ভূগোলক নির্দেশ করে যার ব্যাসার্ধ R এবং কেন্দ্র O, NL হল অভিক্ষেপ তল যা N বিজ্ঞুতে স্পর্শক হয়েছে। ভূগোলকের উপর ϕ অক্ষরেখাতে P বিজ্ঞু নেওয়া হল কেন্দ্রে ϕ কোণ উৎপন্ন করে। আলোর উৎস অভিক্ষেপতলের প্রতিপাদ বিজ্ঞু S এ অবস্থিত এবং S বিজ্ঞু থেকে উৎসারিত আলোকরশ্মি P হয়ে বিজ্ঞু অভিক্ষেপতলকে P' বিজ্ঞুতে ছেদ করে। সুতরাং P ও S এর সংযুক্তকারী সরলরেখার বর্ধিতঅংশ NL কে P' বিজ্ঞুতে ছেদ করে ϕ অক্ষাংশ বিশিষ্ট অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ NP' রূপে অভিক্ষি৫ হয়।

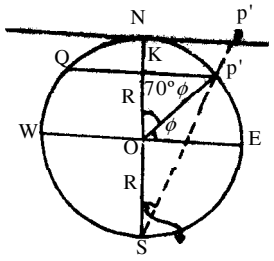
অতএব চিত্রানুসারে

$\angle POE = \phi$ এবং

$\angle NOP = 90^0 - \phi$

আবার $\angle NSP = \frac{1}{2} \angle NOP$ যেহেতু পরিধিস্থ কোণ কেন্দ্রস্থ কোণের অর্ধেকব

বা $\frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$



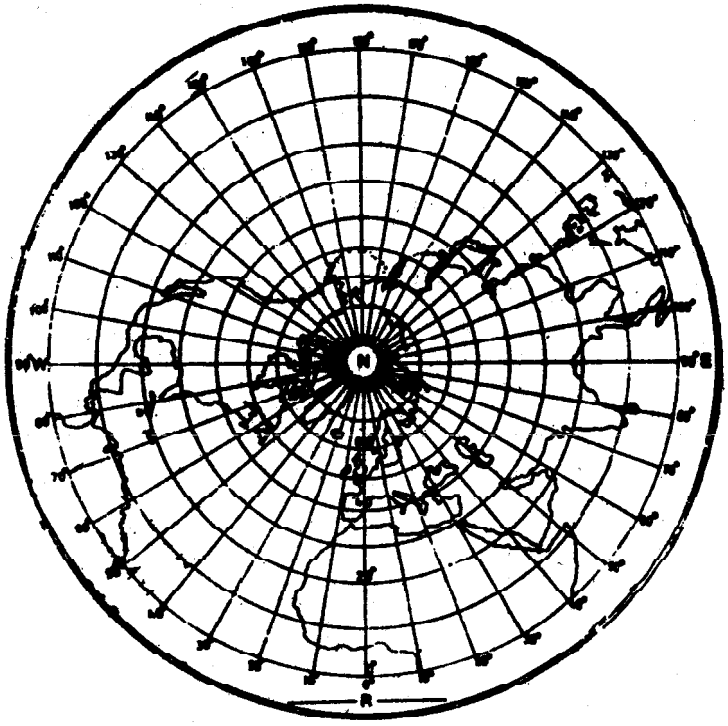
চিত্র নং ঃ 6.1

সুতরাং NSP' সমকোণী ত্রিভুজ থেকে

$$\frac{NP'}{NS} = \tan\frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$$

বা, $NP' = 2R\tan\frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$ [NS = 2R]

সুতরাং এই অভিক্ষেপে যে কোনো মানের অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ $2R \tan \frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$



চিত্র ঃ 6.2 মেরুস্পর্শী জেনিথাল স্টিরিওগ্রাফিক অভিক্ষেপ

6.2.3 অনুশীলনী

1 : 250,000,000 স্কেলে 10° ব্যবধানে Azimuthal Stereographic Projection (Polar case) এ উত্তর গোলার্ধের জন্য graticule অন্ধকন করুন।

হিসাবঃ

(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ $R = \frac{640,000,000}{250,000,000}$ cm

$= 2.56$ cm

(ii) যে কোনো অক্ষরেখা ϕ এর ব্যাসার্ধ $r_\phi = 2R\tan\frac{1}{2}(90^\circ - \phi)$

ইহা সারণীর আকারে দেখানো হল ঃ

ϕ	$\frac{90°-\phi}{2}$	$\tan\frac{90°-\phi}{2}$	2R	$2R\tan\frac{90°-\phi}{2}$ (cm)
90°	0	0		0
80°	5°	0.08748		0.44794
70°	10°	0.17632		0.90279
60°	15°	0.26794		1.37189
50°	20°	0.36397		1.86352
40°	25°	0.46630	5.12 cm	2.38749
30°	30°	0.57735		2.95603
20°	35°	0.070020		3.58506
10°	40°	0.83909		4.29619
0°	45°	1		5.12

6.2.4 অন্ধকনপ্রণালী ঃ

(i) অন্ধকনের কাগজের কেন্দ্রে দুটি সরলরেখা সমকোণে টানুন।। এই রেখাগুলি 90° ব্যবধানে দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে। ধরা যাক, এই রেখাদুটির কেন্দ্রবিচ্ছু হল N অর্থাৎ উত্তর মেরু।

(ii) মেরুকে কেন্দ্র করে প্রতিটি অক্ষরেখার ব্যাসার্ধের মান নিয়ে এককেন্দ্রিক পূর্ণবৃত্ত অন্ধকন করুন। এই বৃত্তগুলি প্রদত্ত ব্যবধানে অক্ষরেখা নির্দেশ করে।

(iii) চাঁদার কেন্দ্রকে সঠিকভাবে অভিক্ষেপের কেন্দ্রে স্থাপন করুন এবং প্রদত্ত কৌণিক ব্যবধানে বিচ্ছু দ্বারা চিহ্নিত করুন।

(iv) অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে চিহ্নিত বিচ্ছুগুলিকে সরলরেখায় যোগ করুন এবং যদি প্রয়োজন হয় সীমান্ত অক্ষরেখা পর্যন্ত একে বর্ধিত করুন। এই সরলরেখা দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।

(v) নীচের মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে 0° লিখুন, এবং anticlockwise অভিমুখে ডানদিকে পূর্ব গোলার্ধের দ্রাঘিমারেখার মান ও clockwise অভিমুখে বামদিকে পছিম গোলার্ধের দ্রাঘিমারেখার মান লিখুন। এভাবে Graticules এর জালিকা গঠন সম্পূর্ণ হল।

6.2.5 ধর্ম (Properties)

(i) ভূগোলকের ন্যায় অভিক্ষেপেও সঠিক দিগংশ বজায় থাকে।

(ii) এই অভিক্ষেপে আলোর উৎসের মধ্য দিয়ে এবং অভিক্ষেপ তলের স্পর্শকবিচ্ছুর মধ্য দিয়ে যে মহাবৃত্ত অতিক্রান্ত হয়, তা অভিক্ষেপে সরলরেখায় পতিত হয়। এই কারণে দ্রাঘিমারেখাগুলি সরলরেখা নির্দেশ করে এবং কেবলমাত্র এরাই মহাবৃত্ত।

(iii) Radial ও tangential স্কেলের বিচ্যুতি কেন্দ্র থেকে যতদূরে যাওয়া যায় ততই বেশী হয় যদিও Gnomonic অভিক্ষেপের মত ইহা অতো বেশী নয়। অভিক্ষেপের কেন্দ্রের নিকট স্কেলের বিচ্যুতি প্রায় নগন্য কিন্তু এর থেকে যতই দূরে যাওয়া যায়, বিচ্যুতির মাত্রা দ্রুততর হয়। বস্তুত স্কেলের বিচ্যুতির পরিমাণ মেরু থেকে দূরত্বের পরিমাণের সমানুপাতিক।

(iv) এই অভিক্ষেপ সমাকৃতি বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন। একই বিচ্ছুতে Radial ও tangential স্কেল সমান বলে ইহা বজায় থাকে।

6.2.6 সীমাবদ্ধতা (Limitation)

স্পর্শকতল যে বিচ্ছুতে ছেদ করেছে তার প্রতিপাদবিচ্ছুকে অভিক্ষি৫ করা যায়না। যদি ধরে নেওয়া যায় ইহা সম্ভব তাহলে ওই বিচ্ছুটি অভিক্ষেপের মধ্যে সর্ববৃহৎ বৃত্তরূপে অভিক্ষি৫ হয় স্কেলের বিচ্যুতি অপরিসীম বলে।

6.2.7 ব্যবহার (Use)

(i) সাধারণত পৃথিবীর মানচিত্র এক একটি গোলার্ধে আঁকার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয় এবং উ২চ ও মধ্য অক্ষাংশের পৃথক পৃথক দেশ অন্দ্বকনের জন্যও ব্যবহৃত হয়।

(ii) সমাকৃতি ধর্ম থাকে বলে এই অভিক্ষেপ প্রায়শই এক অভিক্ষেপ থেকে অপর অভিক্ষেপে অন্দ্বকন করার মাধ্যম হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এই বৈশিষ্ট্যের জন্য Equatorial ও Oblique Zenithal Equal area এবং Equidistant অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে গাণিতিক গণনার সাহায্য ব্যতিরেকে অন্দ্বকন করা যায়।

(iii) Generating globe এর যে কোন বৃত্ত এই অভিক্ষেপে বৃত্তরূপেই অবস্থান করে বলে field astronomy-র অনেক সমস্যা graphical solution এর মাধ্যমে সমাধান করা যায়।

6.2.8 প্রশ্নাবলী

নিম্নলিখিত স্কেল, ব্যবধান ও বিস্তৃতি অনুযায়ী জেনিথাল স্টিরিওগ্রাপিক জ্বমেরুস্পর্শীৰ অভিক্ষেপ অন্দ্বকন করুন।

1. বিস্তৃতি - 60° দঃ থেকে দক্ষিণ মেরু
   পূর্ব ও পছিম গোলার্ধ

ব্যবধান - 10°

স্কেল - 1 : 50,000,000

2. বিস্তৃতি - উত্তর - পূর্ব গোলার্ধে

ব্যবধান - 15°

স্কেল - 1 : 125×10^6

3. বিস্তৃতি - 50° উঃ থেকে 80° উঃ অক্ষাংশ
90° পঃ থেকে 90° পূঃ দ্রাঘিমাংশ, মূলমধ্যরেখাকে অতিক্রম করে।

ব্যবধান - 10°

স্কেল - 1 cm তে 600 km

4. বিস্তৃতি - অক্ষাংশ ঃ 50° দঃ থেকে 90° দঃ

দ্রাঘিমাংশ - 150° পূঃ থেকে 150° পঃ

ব্যবধান - 10°

স্কেল - ভূগোলকের ব্যস 32 cm

5. ইহা কোন শ্রেণীর অভিক্ষেপ? আলোর উৎস কোথায় থাকে?
6. এই অভিক্ষেপে অক্ষরেখার ব্যাসার্ধের জন্য সূত্র নির্ণয় করুন।
7. এই অভিক্ষেপকে কেন সমাকৃতি (orthomorphic) বলা হয়? কি ভাবে এই বৈশিষ্ট্য বজায় থাকে?
8. এই অভিক্ষেপের বিশেষ ব্যবহার সম্বন্ধে লিখুন।

6.2.9 উত্তর সংকেত হু.

1. থেকে 4 প্রদত্ত মান অনুযায়ী আঁকতে হবে
5. 6.2.1 দ্রষ্টব্য
6. 6.2.2 "
7. 6.2.5 (iii, iv) "
8. 6.2.7 "

6.3 সহজ শান্ধক ব অভিক্ষেপ (Simple Conical Projection)

একটি প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট স রল শান্ধক ব অভিক্ষেপ (Simple conical projection with one standard parallel)

এই অভিক্ষেপে শন্ধকু বিকাশশীল পৃষ্ঠ হিসেবে ভূ-গোলককে স্পর্শ করে। তাই এর নাম শান্ধকব অভিক্ষেপ। এটি একটি অ-দৃশ্যানুগ (Non-perspective) অভিক্ষেপ জ্বযদিও দৃশ্যানুগ শান্ধকব অভিক্ষেপ হয়ৰ। এখানে অক্ষরেখা গুলি দ্রাঘিমারেখা বরাবর সমদূরত্বে অবস্থান করে বলে একে সম-দূরবর্তী (Equidistant) অভিক্ষেপ বলে। অভিক্ষেপটিতে মেরুবিচ্ছু একটি বৃত্তচাপ রূপে, অক্ষরেখাগুলি এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ রূপে এবং দ্রাঘিমারেখাগুলি কেন্দ্রবিমুখ সরলরেখা রূপে অভিক্ষি৫ হয়।

6.3.1 নীতি (Principle)

এই অভিক্ষেপে একটি পূর্ণ-বৃত্তীয় শন্ধকু একটি নির্বাচিত অক্ষরেখা বরাবর ভূ-গোলককে স্পর্শ করে। এই অক্ষরেখাটিকে বলে প্রমাণ অক্ষরেখা (Standard parallel)। এই প্রমাণ অক্ষরেখার দৈর্ঘ্য ভূ-গোলকের দৈর্ঘ্যের সন্দেগ সমান। দ্রাঘিমারেখাগুলিকে টানার জন্য তাই একে সঠিকভাবে ভাগ করা হয়। অক্ষরেখাগুলির মধ্যে সমদূরত্ব রাখার জন্য মধ্য দ্রাঘিমা রেখাকে (Central meridian) সমানভাবে ভাগ করা হয়।

Standard parallel বা প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে অন্য রেখাগুলির ব্যাসার্ধ তথা দৈর্ঘ্য পরিবর্তিত হয়। প্রমাণ অক্ষরেখা যদি নিরক্ষরেখার দিকে অবস্থান করে তবে শন্ধকুর শীর্ষবিচ্ছু মেরু থেকে অনেক উপরে অবস্থান করে।

6.3.2 ত্রিকোণমিতিক (Trigonometrical Construction)

সূত্রাবলী (Theory)

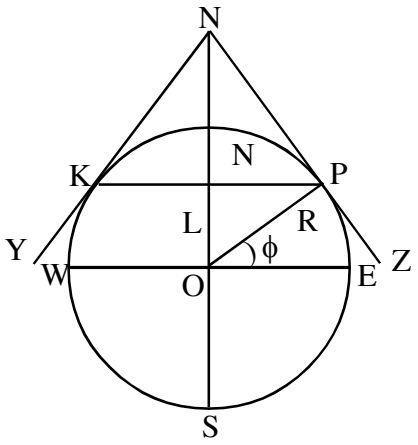
(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ = $\frac{\text{[illegible]}}{\text{RF.[illegible]}}$

(ii) প্রমাণ অক্ষরেখা নির্বাচন= $\frac{\phi_1 + \phi_2}{2}$

(iii) প্রমাণ দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন = $\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$

(iv) প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ = R $\cot\phi 0$

চিত্রে, (6,3,1) O কেন্দ্রবিশিষ্ট NWSE হল জেনারেটিং ভূগোলোক এবং NYZ শঙ্কুটি KP রেখা বরাবর ইহাকে স্পর্শ করেছে অর্থাৎ KP হল প্রমাণ অক্ষরেখা, যার ব্যাসার্ধ LP অভিক্ষিপ্ত হয়েছে N'P রূপে।



চিত্র ঃ 6.3

এখন N'OP সমকোণী ত্রিভুজ থেকে

$\frac{N'P}{OP}$ বা $\frac{N'P}{R}\cot\phi 0$

বা $N'P = R\cot\phi 0$

$\therefore$ প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ $(r\phi 0) = R\cot\phi$

(v) অক্ষরেখা অন্ধকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার

বিভাজন $\frac{\prod R}{180^\circ} \times$ int

বা $R \times (int.)^c$

(vi) দ্রাঘিমারেখা অন্ধকনের জন্য প্রমাণ অক্ষরেখার (ϕ_0) বিভাজন $\frac{2\prod R\cos\phi 0}{360^\circ} \times$ int

বা, $R\cos\phi_0\ (int.)^c$

6.3.3 অনুশীলনী— (Conventional projection)

1 : 30,000,000 স্কেলে এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট সহজ শান্ধকব অভিক্ষেপে ভারতের মানচিত্র অন্ধকনের জন্য 4^0 ব্যবধানে গ্র্যাটিকিউল অন্ধকন করুন।

বিস্তার { অক্ষাংশগত - 8° উত্ত. থেকে 40° উত্ত.
দ্রাঘিমাগত - 68° পূত্ত. থেকে 100° পূত্ত.

হিসাবহ্ন—

(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ $R = \frac{640,000,000}{30,000,000}$ cm

$= 21.33333$ cm

(ii) প্রমাণ অক্ষরেখা নির্বাচন $= \frac{8^\circ+40^\circ}{2}$

$= 24^\circ$ উঃ

(iii) প্রমাণ দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন = $\frac{68^\circ+100^\circ}{2}$

= 84° পূঃ

(iv) প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ $r\phi_0$ = 21.33333 cm cot 24°

= 21.33333cm × 2.24603

= 47.91544cm

(v) অক্ষরেখা অন্ধকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার বিভাজন R×(4°)^c

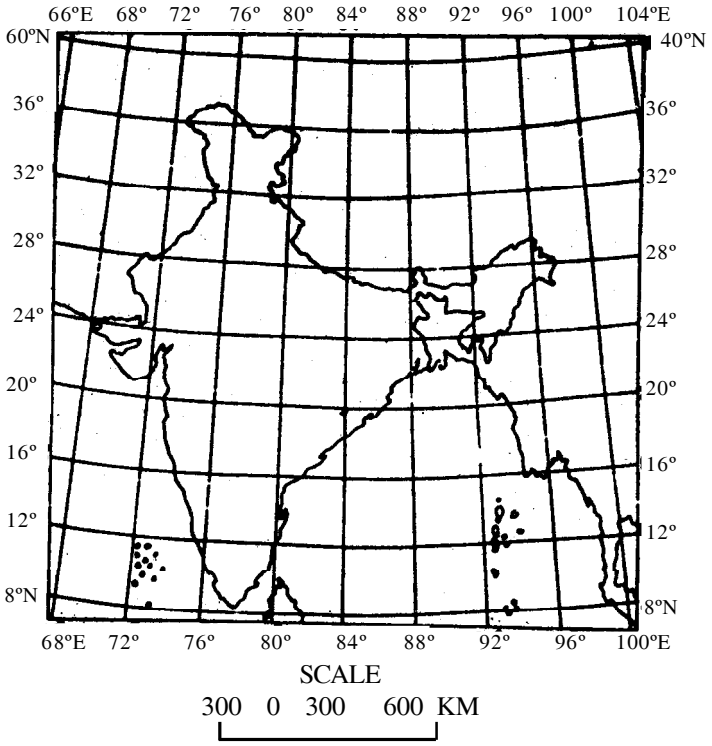
= 21.3333cm × (4°)^c

= 1.48934cm

(vi) দ্রাঘিমারেখা অন্ধকনের জন্য প্রমাণ অক্ষরেখার ($r\phi_0$) বিভাজন R cos24°×(4°)^c

= 21.33333cm. cos24° × (4°)^c

= 1.36057cm



চিত্র নং ঃ 6.4 সহজ শান্বক ব অভিক্ষেপে ভারত

6.3.4 অন্দ্বকনপ্রণালী

(i) পৃষ্ঠার একেবারে মাঝখানে উলম্বভাবে একটি সরলরেখা অন্দ্বকন করুন যা মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।

(ii) মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে ভাগ করার জন্য যে মান পাওয়া গেছে সেই অনুযায়ী ইহাকে যতগুলি অক্ষরেখা টানতে হবে ততগুলি ভাগে ভাগ করুন।

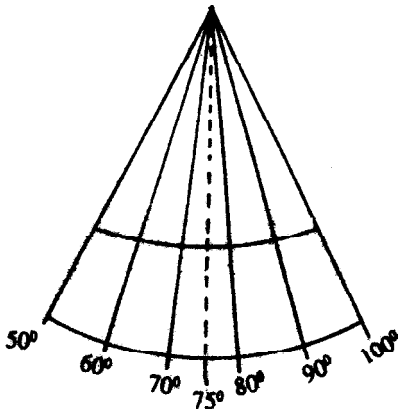
(iii) প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ অনুযায়ী মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর অভিক্ষেপের কেন্দ্র নির্দিষ্ট করুন।

(iv) অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর নির্নীত প্রতিটি বিচ্ছুর উপর এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ অন্দ্বকন করুন। ইহারা এক একটি অক্ষরেখা নির্দেশ করে।

(v) দ্রাঘিমারেখা অন্দ্বকন করার জন্য প্রমাণ অক্ষরেখাকে ভাগ করার জন্য প্রা৫ মানের সাহায্যে প্রয়োজনীয় দ্রাঘিমা অনুযায়ী মধ্য দ্রাঘিমারেখার উভয়দিকে ভাগ করুন এবং অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে অক্ষরেখার বিভাজন বিচ্ছুর মধ্য দিয়ে সর্বশেষ অক্ষরেখা পর্যন্ত সরলরেখা অন্দ্বকন করুন, ইহারাই হল দ্রাঘিমারেখা। এইভাবে এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপে প্রদত্ত বিস্তৃতি অনুযায়ী গ্র্যাটিকিউল অন্দ্বকন সম্পূর্ণ হল।

● শাঙ্খব অভিক্ষেপে অক্ষাংশগত পরিসরের ঠিক মাঝখানের অক্ষরেখাকে প্রমাণ অক্ষরেখা রূপে সাধারণত নির্বাচন করা হয়। একইভাবে মধ্য দ্রাঘিমারেখাকেও নির্বাচন করা হয়। এই দুই রেখাকে ভিত্তি করে অভিক্ষেপ আঁকা হয়। কিন্তু গ্র্যাটিকূলের ব্যবধান এমনভাবে উল্খে থাকে যে তাতে গ্র্যাটিকূল আঁকা সমস্যা মনে হতে পারে। যেমন ধরা যাক, সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপের জন্য 50° পূর্ব থেকে 100° পূঃ দ্রাঘিমার জন্য 10° ব্যবধানে দ্রাঘিমারেখা আঁকতে হবে। এক্ষেত্রে আঁকার জন্য দ্রাঘিমারেখা গুলি হল 50°, 60°, 70°, 80°, 90° ও 100°। কিন্তু এদের কোনটিই দ্রাঘিমারেখা নয়। মধ্য দ্রাঘিমা রেখা হবে 75° পূঃ এই রেখা থেকে 5° ব্যবধানে একদিকে 70° ও ডানদিকে 80° এই দ্রাঘিমারেখা টানা হলে তারপর থেকে 10° ব্যবধানে বাকী রেখা টানতে হবে। এই ধরণের সমস্যা প্রমাণ অক্ষরেখার ক্ষেত্রে হলে এই একই উপায় গ্রহণ করবেন। অভিক্ষেপে এই দুই রেখাকে ভগ্ন রেখায় (broken line) দেখবেন। চিত্র 6.3.7

বন্স (Bonne's), সাইনুময়ডাল (Sinusoidal) ও বহুশান্দ্বকব (Polyconic) অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে ইহা প্রযোজ্য।



চিত্র নং ঃ 6.5 মধ্য দ্রাঘিমারেখার অবস্থান

6.3.5 ধর্ম (Properties)

(i) এই অভিক্ষেপে কেবলমাত্র প্রমাণ অক্ষরেখার স্কেল এবং সকল দ্রাঘিমারেখার স্কেল ভূ-গোলকের সন্দেগ সর্বদা সঠিক থাকে। প্রমাণ অক্ষরেখা ছাড়া ইহার উত্তর বা দক্ষিণে অন্যান্য অক্ষরেখার স্কেলের বিচ্যুতি ঘটে এবং ইহাদের দৈর্ঘ্য ভূ-গোলকের দৈর্ঘ্যের তুলনায় বেশী হয়।

(ii) দ্রাঘিমারেখার স্কেল সঠিক থাকে কারণ প্রত্যেকটি দ্রাঘিমারেখার দৈর্ঘ্য মধ্যদ্রাঘিমারেখার দৈর্ঘ্যের সমান। প্রতিটি বৃত্তচাপ এককেন্দ্রিক বৃত্ত হয়। অক্ষরেখাগুলির মধ্যে দূরত্ব সমান থাকে, ফলে দুটি অক্ষরেখার মধ্যবর্তী যে কোন দ্রাঘিমারেখার দূরত্ব সর্বত্র সমান।

(iii) দ্রাঘিমারেখার স্কেল সর্বত্র সমান থাকায় ইহা Equi-distant বা সম-দূরবর্তী ধর্ম বজায় রাখে

(iv) ইহা সমক্ষেত্রফল বা সমাকৃতি বিশিষ্ট অভিক্ষেপ নয়।

6.3.6 সীমাবদ্ধতা (Limitation)

(i) মেরুবিচ্ছু ভূগোলকে বিচ্ছুরূপে থাকলেও এই অভিক্ষেপে তা একটি বৃত্তচাপরূপে উপস্থাপিত হয়।

(ii) এই অভিক্ষেপে আকৃতির ভালোমত বিচ্যুতি ঘটে। তাই কেবলমাত্র স্বল্প পরিসরে অক্ষাংশের বিস্তৃতি অন্দ্বকন সুবিধাজনক।

(iii) এই অভিক্ষেপের সাহায্যে পৃথিবীর মানচিত্র অন্দ্বকন করা যায় না।

(iv) মহাদেশ অন্দ্বকনও এই অভিক্ষেপে যুক্তিযুক্ত নয়।

6.3.7 ব্যবহার (Use)

যে সমস্ত দেশ ছোট বিশেষত অক্ষাংশগত বিস্তৃতি কম, কিন্তু দ্রাঘিমাংশগত বিস্তৃতি বেশী, সেসব দেশ অন্দ্বকন করা যায়। সাধারণত মধ্য অক্ষাংশ বা নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলের দেশগুলি এই অভিক্ষেপে অন্দ্বকন করা যায়।

6.3.8 প্রশ্নাবলী

প্রদত্ত অক্ষাংশ ও দ্রাঘিমাংশের বিস্তৃতি, ব্যবধান ও স্কেল দ্বারা এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপ অংকন করুন।

(1) বিস্তৃতি হৃ অক্ষাংশ - 5° উহৃ. 35° উহৃ.
দ্রাঘিমাংশ - 65° পূহৃ. 95° পূহৃ.
ব্যবধান - 5°
স্কেল - 1 : 80,000,000

(2) বিস্তৃতি হৃ অক্ষাংশ - 10° দহৃ. 50° উহৃ.
দ্রাঘিমাংশ - 55° পহৃ. 35° পূহৃ.
ব্যবধান - 15°
স্কেল - 1 : 85,000,000

(3) বিস্তৃতি হৃ অক্ষাংশ - 20° দহৃ. 60° দহৃ.
দ্রাঘিমাংশ - 30° পহৃ. 100° পহৃ.
ব্যবধান - 10°
স্কেল - 1 cm এতে 640 km.

(4) সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপের ধর্ম লিখুন, কোন কোন দেশের মানচিত্র এই অভিক্ষেপে অংকন করা যুক্তি যুক্ত ?

6.3.9 উত্তর সংকেত

1 থেকে 3 - আঁকতে হবে

4 - 6.3.6, 6.3.7 দ্রষ্টব্য

6.4 বন্‌স্‌ অভিক্ষেপ (Bonne's Projection)

Rigobert Bonne একজন ফরাসী কার্টোগ্রাফার এই অভিক্ষেপের রূপকার অক্ষরেখা। এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ হিসাবে এবং মেরু একটি বিন্দু হিসাবেই অভিক্ষিপ্ত হয়। মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর অক্ষরেখাগুলিকে সঠিকভাবে ভাগ করা হয়। দ্রাঘিমারেখাগুলি মধ্য দ্রাঘিমারেখার দিকে অবতল বক্ররেখারূপে অবস্থান করে।

6.4.1 নীতি (Principle)

এই অভিক্ষেপটি সহজ শান্ধকব অভিক্ষেপের পরিবর্তিত রূপ। এক্ষেত্রে একটি প্রমাণ অক্ষরেখা থাকে, তবে স্কেলের বিচ্যুতি ইহার উত্তর ও দক্ষিণে খুব বেশী হয়। সহজ শান্ধকব অভিক্ষেত্রে দ্রাঘিমারেখাগুলি সরলরেখা এবং এই সরলরেখারূপে দ্রাঘিমারেখাগুলি প্রমাণ অক্ষরেখার বিভাজন বিন্দুর মধ্য দিয়ে টানা হলেও অক্ষরেখা বরাবর স্কেলের এই ত্রুটিকে দূর করার জন্য Bonne's অভিক্ষেপে প্রতিটি অক্ষরেখাকে সঠিকভাবে ভাগ করা হয়। অর্থাৎ অক্ষরেখার স্কেল ঠিক রাখা হয় এবং এর উপর যে বিভাজন বিন্দু পাওয়া যায় তার মধ্যে দিয়ে মসৃণ বক্ররেখারূপে দ্রাঘিমারেখা অন্ধকন করা হয়। সুতরাং সহজ শান্ধকব অভিক্ষেপে কেবলমাত্র প্রমাণ অক্ষরেখাকে ভাগ করে দ্রাঘিমা রেখা টানা হয় কিন্তু এক্ষেত্রে প্রতিটি অক্ষরেখাকে ভাগ করে দ্রাঘিমারেখা টানা হয়। এই ব্যতিক্রমটুকু বাদ দিলে বন্‌স্‌ অভিক্ষেপের নীতি ও সহজ শান্ধকব অভিক্ষেপের নীতি একই। শুধুমাত্র অক্ষরেখা বরাবর স্কেলকে সঠিক রাখার দ্বারাই পরিবর্তনটি সাধিত হয়েছে এবং একে একটি সমক্ষেত্রফল অভিক্ষেপে রূপদান করা হয়েছে।

6.4.2 ত্রিকোণমিতিক গঠন (Trigonometrical Construction)

সূত্রাবলী (Theory)

(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ (R) $= \frac{\text{[illegible]}}{\text{R.F.[illegible]}}$

(ii) প্রমাণ অক্ষরেখা নির্বাচন $= \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}$

(iii) মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন $= \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$

(iv) প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ $= R \cot \phi_0$ ত্বশান্ধকব অভিক্ষেপের ন্যায়ৰ

(v) অক্ষরেখা অন্দবকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার বিভাজন $= \frac{\prod R}{180^\circ} \times (\text{int.})^\circ$

বা $R(\text{int.})^c$

(vi) দ্রাঘিমারেখা অন্দবকনের জন্য অক্ষরেখাগুলির বিভাজন $\frac{2\prod R\cos\phi_0}{360^\circ} \times (\text{i})^\circ$

বা $R\cos\phi\,(\text{i})^c$

6.4.3 অনুশীলনী

1: 50×10^6 স্কেলে 10° ব্যবধানে অষ্ট্রেলিয়া মহাদেশের মানচিত্রের জন্য 10°S থেকে 50°S এবং 110°E থেকে 170°E বিস্তারের গ্র্যাটিকিউলস অভিক্ষেপে অন্দবকন করুন।

হিসাবঃ

(i) ভূগোলকের ব্যাসার্ধ $R = \frac{640\times10^6}{50\times10^6}$ cm

$= 12.8$ cm

(ii) প্রমাণ অক্ষরেখা নির্বাচন $= \frac{10^\circ S + 50^\circ S}{2}$

$= 30^\circ S$

(iii) মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্বাচন $\frac{110^\circ+170^\circ}{2}$

$= 140^\circ E$

(iv) প্রমাণ অক্ষরেখার $(r\phi_0)$ ব্যাসার্ধ

$= R\cot 30^\circ$

$= 12.8 \text{ cm} \times 1.73205$

$= 22.17$ cm

(v) অক্ষরেখা অন্দবকনের জন্য মধ্য দ্রাঘিমারেখার বিভাজন দৈর্ঘ্য

$= R(10^\circ)^c$

$= 1.28 \text{ cm} \times 174532$

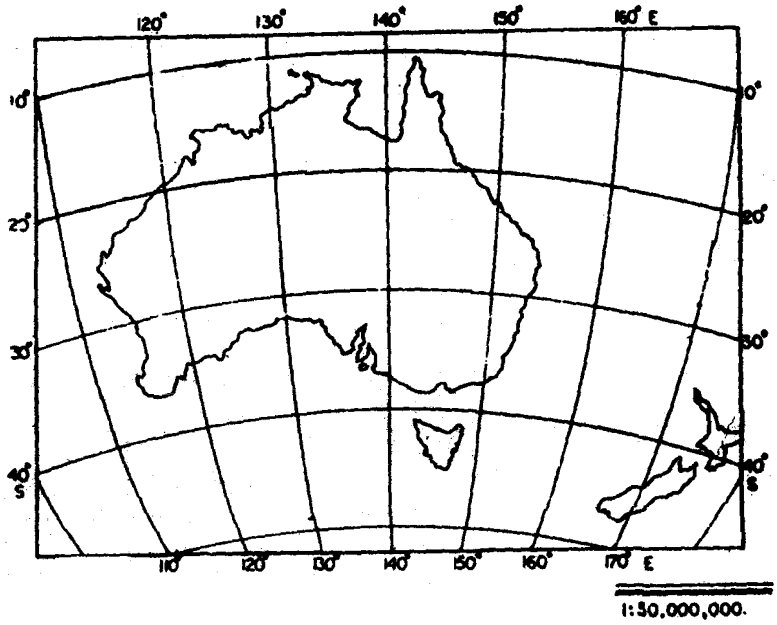
$= 2.23$ cm

(vi) দ্রাঘিমারেখা অন্দ্বকনের জন্য অক্ষরেখার বিভাজন দৈর্ঘ্য R cos(int)^{c} = 12.8cm cosϕ(10°)^{c}

ϕ	cos ϕ	R(i)cm	R cosϕ(i)^{c}(cm)
10°	0.9848	2.23	2.20
20°	0.93969	2.23	2.10
30°	0.86602	2.23	1.93
40°	0.76604	2.23	1.71
50°	0.64278	2.23	1.43

6.4.4 অন্দ্বকন প্রণালী ঃ

(i) অন্দ্বকনের কাগজের ঠিক মাঝখানে উল্লম্বভাবে একটি সরলরেখা টানুন যা মধ্য দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।



চিত্র ঃ 6.6 বন্‌স্‌ অভিক্ষেপে অষ্ট্রেলিয়া ও নিউজিল্যাণ্ড

(ii) মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে ভাগ করার জন্য যে মান পাওয়া গেছে সেই অনুযায়ী মধ্য দ্রাঘিমারেখাকে যতগুলি অক্ষরেখা টানতে হবে ততগুলি ভাগ করুন।

(iii) প্রমাণ অক্ষরেখার ব্যাসার্ধ অনুযায়ী মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর অভিক্ষেপের কেন্দ্র নির্দিষ্ট করুন।

(iv) অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে মধ্য দ্রাঘিমারেখার উপর নির্ণীত প্রতিটি বিচ্ছুর উপর এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ আঁকুন। ইহারা এক একটি অক্ষরেখা নির্দেশ করে।

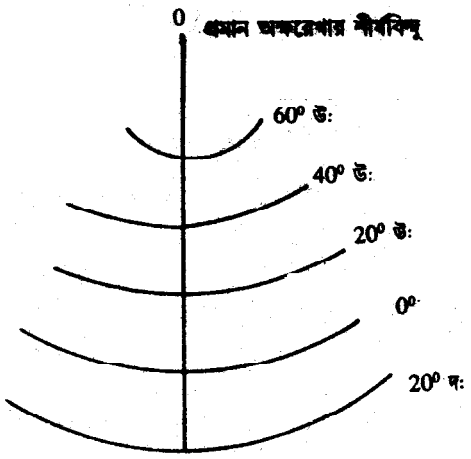
(v) দ্রাঘিমারেখা অন্ধকনের জন্য প্রত্যেক অক্ষরেখাকে বিভাজনের যে পৃথক মান পাওয়া গেছে সেই মান অনুযায়ী মধ্য দ্রাঘিমারেখার উভয় দিকেই অক্ষরেখাগুলির উপর বিচ্ছু স্থাপন করুন।

(vi) প্রত্যেক অক্ষরেখার নির্দিষ্ট মানের বিভাজন বিচ্ছুগুলিকে মসৃণ বক্ররেখার দ্বারা যুক্ত করা হল। ইহারা দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে।

অতএব এইরূপে বন্‌স্ অভিক্ষেপে প্রদত্ত বিস্তার অনুযায়ী গ্র্যাটিকিউলস অন্ধকন সম্পূর্ণ হল।

বিশেষদ্রষ্টব্য হু.

সহজ শান্ধকব ও Bonne's অভিক্ষেপে প্রমাণ অক্ষরেখার শীর্ষবিচ্ছু যে মেরু বিচ্ছুর উপরে অবস্থান করে সেই গোলার্ধের সাপেক্ষে সব অক্ষরেখা আঁকা হবে। এক্ষেত্রে বিপরীত গোলার্ধের অক্ষরেখাও প্রমাণ অক্ষরেখার সাপেক্ষে টানা হবে। ধরা যাক যদি 20° দহু. থেকে 60° উহু. অক্ষাংশের জন্য অভিক্ষেপ আঁকতে হয় তাহলে ওদের জন্য প্রমাণ অক্ষরেখা 20° উহু. হলে দক্ষিণ গোলার্ধের সব অক্ষরেখাই উত্তর গোলার্ধের মত হবেই। নিরক্ষরেখাও একই রকমভাবে টানা হবে (চিত্র 6.7)।



চিত্র ঃ 6.7 গোলার্ধের পরিবর্তন ও অক্ষরেখার প্যাটার্ন

6.4.5 ধর্ম (Properties)

(i) ইহা একটি সমক্ষেত্রফল বিশিষ্ট অভিক্ষেপ। প্রতিটি অক্ষরেখা এক একটি এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ নির্দেশ করে, ফলে অক্ষরেখাগুলির মধ্য বর্তী দূরত্ব সর্বত্র সমান। প্রতিটি অক্ষরেখা ভূগোলকের সমান দৈর্ঘ্যের অর্থাৎ প্রতিটি অক্ষরেখা বরাবর স্কেল সমান। সুতরাং ভূগোলকের দুটি অক্ষরেখা বরাবর স্কেল সমান। সুতরাং ভূগোলকের দুটি অক্ষরেখার মধ্য বর্তী ক্ষেত্রফল অভিক্ষেপে ওই দুই অক্ষরেখার মধ্য বর্তী ক্ষেত্রফলের সমান। তাই ইহা একটি সমক্ষেত্রফল অভিক্ষেপ।

(ii) একমাত্র মধ্য দ্রাঘিমারেখা বরাবর স্কেল ঠিক থাকে এবং ইহার উভয়পার্শ্বে স্কেলের বিচ্যুতি ক্রমশ বাড়তে থাকে। দ্রাঘিমারেখাগুলির বক্রতার জন্য দুই প্রান্তে স্কেলের বিচ্যুতি সবথেকে বেশী। স্কেলের এই রূপ বিচ্যুতির জন্য ইহা সমাকৃতি অভিক্ষেপ নয়।

(iii) প্রতিটি অক্ষরেখা বরাবর স্কেল ঠিক থাকে এবং যেহেতু অক্ষরেখা গুলি এককেন্দ্রিক বৃত্তচাপ হয় এবং মধ্য দ্রাঘিমারেখা সঠিকভাবে বিভক্ত হয় সেহেতু সব বিন্দুতে অক্ষরেখাসমূহের সমকোণ অভিমুখে স্কেলও ঠিক থাকে।

(iv) সব দ্রাঘিমারেখার সন্দেগ প্রমাণ অক্ষরেখার এবং সব অক্ষরেখার সন্দেগ দ্রাঘিমারেখা পরস্পরকে সমকোণে ছেদ করে। তাই প্রমাণ অক্ষরেখা ও মধ্য দ্রাঘিমারেখা বরাবর এই দুই সংকীর্ণ অঞ্চল জুড়ে আকৃতি যুগ্মি সন্দগত ভাবে বজায় থাকে। অভিক্ষেপের অন্যত্র আরও তির্যক ভাবে অক্ষরেখা ও দ্রাঘিমারেখার মধ্যে ছেদ ঘটে এবং দ্রাঘিমারেখাগুলি অনেক বড় দৈর্ঘ্যের হয়। অভিক্ষেপের কেন্দ্র থেকে দূরে তির্যকতা ও দ্রাঘিমারেখার দৈর্ঘ্য উভয়ই কোণাকুণি ভাবে বাড়তে থাকে। এর ফলস্বরূপ আকৃতির বিশাল বিচ্যুতি ঘটে, বিশেষত অভিক্ষেপের প্রান্তে।

6.4.6 সীমাবদ্ধতা যত্রুটি (Limitation)

এই অভিক্ষেপের গলদ বেশী হয় যদি দ্রাঘিমাংশের প্রসার বাড়েহ্ল, সুতরাং দ্রাঘিমাংশগত বিশাল পরিসরে এই অভিক্ষেপকে ব্যবহার করা উচিত নয়। অপরপক্ষে, অক্ষাংশগত বিস্তৃতির জন্য এর নির্ভুলতা ও দক্ষতা হ্রাস পায় না।

6.4.7 ব্যবহার (Use)

অক্ষাংশগত বিস্তৃতি সম্পন্ন দেশ ও মহাদেশ এই অভিক্ষেপে আঁকা হয়। মহাদেশ আঁকার জন্য অনেক অ্যাটলাসে Bonne's অভিক্ষেপের ব্যবহার আছে। এই অভিক্ষেপে সাধারণত উত্তর ও দক্ষিণ আমেরিকা, অষ্ট্রেলিয়া প্রভৃতি মহাদেশ আঁকা হয়। মেরুদ্বয়ের নিকটবর্তী নয় ও দ্রাঘিমাংশগত পরিসর বেশী নয় এমন মানচিত্র বা এলাকার জন্য এই অভিক্ষেপ সব থেকে ভাল ও উপযুক্ত। তবে যদি প্রমাণ অক্ষরেখা ও মধ্য

দ্রাঘিমারেখা সতর্কভাবে নির্বাচন করা যায় তাহলে ঘনবিন্যস্ত (compact) এলাকার জন্য এই অভিক্ষেপ খুবই উপযোগী। যেমন, ফ্রান্স ইত্যাদি।

6.4.8 প্রশ্নাবলী

1. বন্‌স্ অভিক্ষেপকে কেন এক প্রমাণ অক্ষরেখা বিশিষ্ট সহজ শান্দ্বকব অভিক্ষেপের পরিবর্তিত রূপ বলা হয়?
2. উল্লিখিত পরিবর্তনের জন্য ইহার ধর্মগত কি পরিবর্তন ঘটেছে?
3. 6,3,8 এর 1,2,3 প্রশ্নানুযায়ী এই বন্‌স্ অভিক্ষেপ অংকন করুন।

6.4.9 উত্তর সংকেত

1. 6,4,1 দ্রষ্টব্য
2. 6,4,1, 6,4,5 দ্রষ্টব্য
3. অভিক্ষেপ অংকন করতে হবে।

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.