নির্দেশনা

1. ডেটা বিশ্লেষণ প্রতিযোগিতার সময়কাল 3 ঘন্টা এবং মোট 150 পয়েন্ট।

2. **বিস্তারিত ওয়ার্কশীট** আছে বিস্তারিত কাজ / রাফ কাজ করার জন্য। প্রতিটি **বিস্তারিত ওয়ার্কশীটে** নিচের তথ্যগুলো উল্লেখ কর:

- ছাত্র কোড
- প্রশ্ন নং.
- পৃষ্ঠা নং এবং মোট পৃষ্ঠা সংখ্যা।

3. বিস্তারিত ওয়ার্কশীটের একটি নতুন পৃষ্ঠায় প্রতিটি সমস্যা শুরু কর। অনুগ্রহ করে শুধুমাত্র শীটের মুদ্রিত পাশে লিখ। বিপরীত দিক ব্যবহার করবে না। যদি কোনও শীটে এমন কিছু লিখে থাক যা তুমি দেখাতে চাও না, তাহলে তা ক্রস আউট করে দাও।

4.সমাধানের জন্য গ্রাফ পেপার প্রয়োজন। প্রতিটি গ্রাফ পেপার শীটে উল্লেখ কর

- ছাত্র কোড
- প্রশ্ন নং.
- গ্রাফ নং এবং ব্যবহৃত গ্রাফ পেপার শীটের মোট সংখ্যা।

5.চূড়ান্ত উত্তরগুলির জন্য তোমার প্রতিযোগী আইডি কোড সহ একটি সারাংশ **উত্তরপত্র** রয়েছে।

6. অনুগ্রহ করে মনে রাখবে যে গ্রেডাররা তোমার ভাষা বুঝতে পারে না। যতদূর সম্ভব, শুধুমাত্র গাণিতিক রাশি এবং সংখ্যা ব্যবহার করে সমাধানগুলি লিখ। শব্দে কিছু ব্যাখ্যা করার প্রয়োজন হলে, অনুগ্রহ করে ছোট বাক্যাংশ ব্যবহার কর (যদি ইংরেজিতে সম্ভব হয়)।

7. তোমাকে অনুমতি ছাড়া তোমার পরীক্ষার ডেস্ক ছেড়ে যাওয়ার অনুমতি দেওয়া হবে না। যদি কোন সাহায্যের প্রয়োজন হয় (অকার্যকর ক্যালকুলেটর, আরও বিস্তারিত ওয়ার্কশীট প্রয়োজন, ইত্যাদি), অনুগ্রহ করে পরিদর্শককে সংকেত দাও।

8. প্রতিযোগিতার শুরু এবং শেষ একটি দীর্ঘ শব্দ সংকেত দ্বারা নির্দেশিত হবে। তাছাড়াও প্রতিযোগিতা শেষ হওয়ার পনের মিনিট আগে একটি ছোট শব্দ সংকেত থাকবে (চূড়ান্ত দীর্ঘ শব্দ সংকেতের আগে)।

9. প্রতিযোগিতা শেষে অবিলম্বে লেখা বন্ধ কর। সারাংশ উত্তরপত্র, গ্রাফ পেপার এবং বিস্তারিত ওয়ার্কশীটগুলিকে এক স্ট্যাকে সাজিয়ে রাখ। অন্য সব কাগজপত্র অন্য স্ট্যাকে রাখ। পরীক্ষার এলাকা থেকে কোনো কাগজপত্র নিয়ে যাওয়ার অনুমতি নেই।

10. খাম সংগ্রহ না হওয়া পর্যন্ত টেবিলে অপেক্ষা কর। একবার সমস্ত খাম সংগ্রহ করা হলে, গাইড প্রতিযোগিতা কক্ষ থেকে বের হওয়ার নির্দেশনা দিবে।

D1. বিভিন্ন আলোকমেতিক জরিপের তুলনা (75 পয়েন্ট)

তুমি একজন জ্যোতির্বিজ্ঞানী যে বিশাল আলোকমেট্রিক জরিপ (photometric survey) নিয়ে কাজ কর, যেমন: স্লোন ডিজিটাল স্কাই সার্ভে (SDSS) এবং ডার্ক এনার্জি সার্ভে (DES)। এই অলিম্পিয়াডের হোস্ট Observatório Naciona দুইটি জরিপেরই সদস্য। SDSS জরিপের জন্য 2000-এর দশকে যুক্তরাষ্ট্রের আপাচি পয়েন্টে একটি 2.5 মিটার টেলিস্কোপ ব্যবহার হয়েছে এবং DES জরিপ 2013 থেকে 2019 সাল পর্যন্ত চিলির সেরো টোলোলোতে একটি 4 মিটার টেলিস্কোপ ব্যবহার করেছিল৷ যদিও তারা বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই আকাশের আলাদা গোলার্ধে পর্যবেক্ষণ করেছিল, দুইটি জরিপেরই একটি সাধারণ অঞ্চল হলো বিষুবীয় অঞ্চল বরাবর, যা স্ট্রাইপ 82 নামে পরিচিত। তুমি এই অঞ্চলের SDSS এবং DES এর সাধারণ যেই ডেটাসেট তাদের আলোকমিতির তুলনা করে জরিপ দুইটির মধ্যে ক্যালিব্রেট করতে পারবে।

নিচের টেবিলে জ্যোতিষ্ক উৎসের অবস্থান এবং ঔজ্জ্বল্য মাত্রা আছে যা স্ট্রাইপ 82 অঞ্চল থেকে ডাউনলোড করা হয়েছে। কিন্তু, কম্পিউটারে ফাইল সিস্টেম সমস্যার কারণে, ফাইলের নামগুলো উলটপালট হয়ে গেছে এবং এখন তুমি বলতে পারছ না কোন টেবিলটি আসলে কোন সমীক্ষার অন্তর্গত।

টেবিল 1 এবং 2 নিচে পাশাপাশি দেওয়া হয়েছে। প্রতিটি উৎসের জন্য তার শনাক্তকরণ নম্বর, নিরক্ষীয় (equatorial) স্থানাঙ্ক এবং g -ব্যান্ডে ঔজ্জ্বল্য মাত্রা (m_g) এবং এর ত্রুটি ($\mathrm{err}\ m_g$) উল্লেখ আছে।

(a) (5 পয়েন্ট) এই টেবিলগুলিতে, কোন জরিপটি (SDSS বা DES) টেবিল 1 এবং কোনটি টেবিল 2 এ দেখানো হয়েছে? ধরে নাও যে দুইটি জরিপের ডিটেক্টরের প্রতিক্রিয়া, এক্সপোজারের সময় এবং অবস্থানের বৈশিষ্ট্য একইরকম ।

(b) (35 পয়েন্ট) দুই টেবিলের ডেটা অনুসারে, একটি সেমি-লগ গ্রাফ পেপারের x-অক্ষে ঔজ্জ্বল্য মাত্রা (m_g) (রৈখিক স্কেলে) এবং y-অক্ষে মাত্রার ত্রুটি ($\mathrm{err}\ m_g$) (লগারিদমিক স্কেল) প্লট কর এবং একে গ্রাফ 1 হিসাবে চিহ্নিত কর। দুইটি আলাদা জরিপের ক্ষেত্রে প্লট থেকে পাওয়া দুইটি রৈখিক সূত্র উল্লেখ করে তাদের প্রত্যেকের ঢাল A (গ্রেডিয়েন্ট) এবং y -অক্ষের ছেদাংশ B বের কর। সংশ্লিষ্ট ত্রুটিগুলি বের করার প্রয়োজন নেই।

(c) (5 পয়েন্ট) সিগন্যাল-টু-নয়েজের অনুপাত (S/N) অনেকটা ঔজ্জ্বল্য মাত্রার ত্রুটির বিপরীত, $S/N \approx 1/(\mathrm{err}\ m_g)$। তুমি এর আগের অংশে যে রৈখিক সূত্র দুটি বের করেছিলে তা ব্যবহার করে, দুইটি জরিপের জন্যই $m_g = 21.5$ mag মানের জন্য S/N কত বের কর?

(d) (15 পয়েন্ট) যদি টেবিল 2-এর একটি বস্তু এবং টেবিল 1-এর একটি বস্তুর কৈনিক দূরত্ব 1 আর্কসেকেন্ডের থেকে কম থাকে তখন বুঝতে হবে তারা সম্ভবত একই বস্তু। উভয় টেবিলের বস্তুর RA এবং Dec বিবেচনা করে, এরকম যতগুলো একই বস্তু আছে তাদেরকে চিহ্নিত কর। এই সাধারণ বস্তুগুলোকে নিয়ে নতুন একটি টেবিল তৈরি কর যেখানে প্রতিটি লাইনে তাদের ID_1 এবং ID_2 এবং দুই টেবিলের অন্যান্য কলাম উল্লেখ কর।

(e) (15 পয়েন্ট) অংশ (d) থেকে মিলিত টেবিল ব্যবহার করে, উভয় জরিপের g ব্যান্ড মাত্রাকে একে অপরের সাপেক্ষে প্লট কর, টেবিল 1 ঔজ্জ্বল্য x -অক্ষে এবং টেবিল 2 ঔজ্জ্বল্য y অক্ষে 2 মিলিমিটার (রৈখিক) গ্রাফে অঙ্কিত করে Graph 2 হিসেবে চিহ্নিত করতে হবে। অনুভূমিক এবং উল্লম্ব উভয় দিকের প্রতিটি বিন্দুর জন্য ত্রুটি বার আঁক, মান **দ্বিগুণ** ত্রুটি ব্যবহার করে m_g (2σ অনিশ্চয়তার মধ্যে)। তোমার গ্রাফ থেকে, দুটি জরিপের মধ্যে ফটোমেট্রিক ক্যালিব্রেশনের জন্য উপযুক্ত তারাগুলো চিহ্নিত কর এবং টেবিল 1 থেকে তাদের সংশ্লিষ্ট আইডিগুলো লিখ।

Table 1					Table 2				
ID_1	RA	Dec	m_g	err m_g	ID_2	RA	Dec	m_g	err m_g
	(deg)	(deg)	(mag)	(mag)		(deg)	(deg)	(mag)	(mag)
1	0.047255	0.000406	21.7649	0.0120	1	0.006167	0.066874	21.9020	0.0576
2	0.064741	0.021568	21.1111	0.0067	2	0.018660	0.007450	21.8039	0.0529
3	0.064911	0.026395	21.3931	0.0084	3	0.047853	0.061487	21.3007	0.0418
4	0.098343	0.054871	21.3934	0.0088	4	0.050870	0.015659	21.1678	0.0388
5	0.022256	0.039129	21.9933	0.0157	5	0.051270	0.020812	21.2524	0.0401
6	0.006188	0.066928	21.5490	0.0088	6	0.057414	0.075999	21.8884	0.0578
7	0.083945	0.074259	21.9395	0.0126	7	0.064745	0.021583	21.3634	0.0422
8	0.076715	0.079496	21.4808	0.0089	8	0.064910	0.026419	21.6428	0.0488
9	0.057422	0.076006	21.8897	0.0127	9	0.071102	0.091058	21.9259	0.0751
10	0.024412	0.087688	21.8341	0.0126	10	0.074946	0.002792	21.3258	0.0410
11	0.044723	0.091782	21.8868	0.0172	11	0.076709	0.079474	21.5303	0.0476
12	0.071089	0.091053	21.4390	0.0098	12	0.092635	0.077395	21.6995	0.0513
					13	0.098343	0.054854	21.6542	0.0499
					14	0.099332	0.093711	21.8802	0.0577

D2. শ্যাপলি হাইপোথিসিস (75 পয়েন্ট)

গুচ্ছস্তবক বা গ্লোবুলার ক্লাস্টার, ছায়াপথ বা গ্যালাক্সির প্রাচীনতম উপাদানগুলির মধ্যে একটি। প্রায় এক শতাব্দী আগে, হার্লো শ্যাপলি সূর্য থেকে আমাদের ছায়াপথ আকাশগঙ্গার কেন্দ্রের দূরত্ব নির্ণয় করার জন্য, ছায়াপথের গুচ্ছস্তবকগুলো কিভাবে বিস্তৃত হয়ে আছে তা নিয়ে কাজ করছিলেন। তার অনুমিত সিদ্ধান্ত (hypothesis) ছিলো যে, গুচ্ছস্তবকগুলো ছায়াপথের কেন্দ্রের চারপাশে প্রতিসমভাবে (symmetrically) বিস্তৃত।

নিচের টেবিলে আকাশগঙ্গার কয়েকটি পরিচিত গুচ্ছস্তবক এর অবস্থান এবং দূরত্ব মডুলাস উল্লেখ আছে। টেবিলের প্রথম তিনটি কলাম হলো গুচ্ছস্তবক এর নাম, গ্যালাকটিক দ্রাঘিমাংশ (l), এবং গ্যালাকটিক অক্ষাংশ (b)। তৃতীয় কলামটি দূরত্ব মডুলাস (আপাত এবং পরম ঔজ্জ্বল্যের (magnitude) মধ্যে পার্থক্য)।

Name	l (degrees)	b (degrees)	Distance modulus (mag)
NGC 6522	1.025	-3.926	14.3
NGC 6401	3.450	3.980	14.4
NGC 6342	4.898	9.725	14.5
NGC 6553	5.253	-3.029	13.6
NGC 6440	7.729	3.801	14.6
Ter 12	8.358	-2.101	13.6
VVV-CL160	10.151	0.302	14.2
2MASS-GC01	10.471	0.100	12.6
NGC 6517	19.225	6.762	14.8
NGC 6402	21.324	14.804	14.8
NGC 6712	25.354	-4.318	14.3
NGC 6426	28.087	16.234	16.6
NGC 5466	42.150	73.592	16.0
NGC 7089	53.371	-35.770	15.3
NGC 288	151.285	-89.380	14.8
NGC 2298	245.629	-16.006	15.0
NGC 4590	299.626	36.051	15.1
NGC 4372	300.993	-9.884	13.8
NGC 362	301.533	-46.247	14.7
BH 140	303.171	-4.307	13.4
NGC 5927	326.604	4.860	14.6
Patchick 126	340.381	-3.826	14.5
NGC 5897	342.946	30.294	15.5
NGC 6380	350.182	-3.422	14.9
Djor 1	356.675	-2.484	15.0

(a) (25 পয়েন্ট) সূর্য থেকে প্রতিটি গুচ্ছস্তবক এর দূরত্ব (পার্সেক এককে) এবং তাদের কার্টেসিয়ান স্থানাঙ্ক (x, y, z) বের কর। যেখানে এই ডানহাতি স্থানাঙ্ক সিস্টেমের x অক্ষ ছায়াপথের কেন্দ্রের দিকে এবং y অক্ষ ছায়াপথের ঘূর্ণনের দিকে নির্দেশ করে।

(b) (15 পয়েন্ট) গুচ্ছস্তবকগুলোর অবস্থানের যে বিন্যাস, সেই বিন্যাসের কেন্দ্র থেকে সূর্যের দূরত্ব এবং তার অনিশ্চয়তা বের কর, প্রদত্ত ডেটা ব্যবহার করে।

(c) (30 পয়েন্ট) এখন আমরা শ্যাপলির হাইপোথিসিস যে, গুচ্ছস্তবকগুলো আসলেই ছায়াপথের কেন্দ্রের চারপাশে প্রতিসমভাবে বিস্তৃত কি না সেটি দেখব। x, y এবং z, এই প্রত্যেকটি বিন্যাসের হিস্টোগ্রাম তৈরি কর পাঁচটি বিন দিয়ে (অর্থাৎ উর্ধ্বক্রমে সাজানো ডেটাকে পাঁচটি সমান-আকারের ব্যবধানে ভাগ কর)।

তারপর তিনটি হিস্টোগ্রামেই তাদের চতুর্থাংশের মান (Q_1, Q_2, Q_3) সরলরেখা দিয়ে চিহ্নিত কর ।

নোট: তিনটি চতুর্থাংশ, যেকোন সজ্জিত ডেটা বিন্যাসকে চারটি সমান ভাগে বিভক্ত করে, যার প্রতিটিতে 25% ডেটা থাকে।

(d) (5 পয়েন্ট) চতুর্থাংশ ব্যবহার করে, তিনটি বিন্যাসের জন্য প্রতিসাম্য-গুণক Φ বের কর:

$$\Phi_x = \frac{|Q_{1,x}+Q_{3,x}-2Q_{2,x}|}{Q_{3,x}-Q_{1,x}} \ , \ \Phi_y = \frac{|Q_{1,y}+Q_{3,y}-2Q_{2,y}|}{Q_{3,y}-Q_{1,y}} \ , \ \Phi_z = \frac{|Q_{1,z}+Q_{3,z}-2Q_{2,z}|}{Q_{3,z}-Q_{1,z}}$$

x, y এবং z তিনটি বিন্যাসকে তাদের প্রতিসাম্য-গুণকের ভিত্তিতে শ্রেণীবদ্ধ কর, নিচের টেবিল অনুযায়ী।

সবশেষে, যদি এই প্রদত্ত ডেটা বিশ্লেষণ, শ্যাপলির হাইপোথিসিসকে অনুসরণ করে তাহলে উত্তরপত্রে সত্য (**T**) অন্যথায় False (**F**) লিখ।

প্রতিসাম্য-গুণক	প্রতিসাম্য প্রকার
$0.0 \leq \Phi \leq 0.1$	symmetrical
$0.1 < \Phi \leq 0.2$	quasi-symmetrical
$\Phi > 0.2$	asymmetrical