সূচিপত্র

বিষয়	পৃষ্ঠা
প্রাথমিক মূল্যায়ন	০১
বিগত বছরের BCS প্রিলি পরীক্ষার প্রশ্ন বিশ্লেষণ	০৪
অধ্যায়-১: ভৌতবিজ্ঞান	
১. ভৌত রাশি ও পরিমাপ	০৫
(ক) ভৌত রাশি	
(খ) পরিমাপ	
২. ভৌত বিজ্ঞানের উন্নয়ন	০৮
(ক) পদার্থবিজ্ঞান	
(খ) রসায়ন	
অধ্যায়-২: বল, শক্তি ও কাজ	
১. বল	১৪
(ক) বলের উপাংশ	
(খ) নিউটনের গতিসূত্র	
(গ) মৌলিক বল	
২. কাজ	১৬
৩. শক্তি	১৭
(ক) বিভিন্ন শক্তির রূপান্তর	
অধ্যায়-৩: তাপ ও তাপগতিবিদ্যা	
১. তাপ	২৩
(ক) তাপগতিবিদ্যা	
(খ) তাপমাত্রা বা উষ্ণতা	
(গ) আপেক্ষিক তাপ	
(ঘ) আদর্শ গ্যাস	
২. পদার্থের উপর তাপের প্রভাব	২৬
(ক) পদার্থ	
(খ) পদার্থের অবস্থা	
(গ) তাপ প্রয়োগে পদার্থের প্রসারণ	
(ঘ) তাপ সঞ্চালন	
৩. তাপ ইঞ্জিন	৩১
অধ্যায়-৪: আলো	
১. আলো	৩৫
(ক) আলোর প্রকৃতি	
(খ) তাড়িত চৌম্বক বর্ণালি	
(গ) শক্তিশালী আলোক রশ্মি	
২. বিভিন্ন আলোকীয় ঘটনা	৩৯
(ক) আলোর বিচ্ছুরণ	
(খ) আলোর বিক্ষেপণ	
(গ) আলোর প্রতিফলন	
(ঘ) আলোর প্রতিসরণ	
(ঙ) সংকট কোণ	
৩. লেন্স	৪৩
৪. আলোক যন্ত্র	৪৪
(ক) মানবচক্ষু	
(খ) ক্যামেরা	
(গ) মাইক্রোস্কোপ বা অণুবীক্ষণ যন্ত্র	
অধ্যায়-৫: শব্দ	
১. তরঙ্গ	৪৯
২. শব্দ তরঙ্গ	৫০
(ক) শব্দ সঞ্চালন এবং শব্দের গতি	
(খ) শ্রাব্যতার পাল্লা	
(গ) শব্দের প্রতিধ্বনি	
(ঘ) ডপলার প্রভাব	
অধ্যায়-৬: স্থির ও চল তড়িৎ	
১. তড়িৎ শক্তি	৫৭
(ক) স্থির তড়িৎ	
(খ) চল তড়িৎ	
(গ) ওঁমের সূত্র	
২. তড়িৎ কোষ	৬২
(ক) কোষের তড়িচ্চালক শক্তি	
(খ) বৈদ্যুতিক শক্তির হিসাব	
৩. বৈদ্যুতিক যন্ত্র	৬৩
(ক) বৈদ্যুতিক মোটর	
(খ) জেনারেটর বা ডায়নামো	
(গ) ট্রান্সফরমার	
(ঘ) বৈদ্যুতিক প্রটেকটিভ ডিভাইস	
অধ্যায়-৭: চুম্বকত্ব	
১. চুম্বক ও চৌম্বকত্ব	৬৮
(ক) চুম্বক	
(খ) চৌম্বক পদার্থ	
(গ) ভূ-চুম্বক	
(ঘ) চৌম্বক বলরেখা	
২. তড়িৎ প্রবাহে চৌম্বক ক্রিয়া	৭১
অধ্যায়-৮: আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান	
১. আপেক্ষিক তত্ত্ব	৭৫
২. মৌলিক কণা	৭৫
৩. বিশ্বতত্ত্ব ও জ্যোতির্বিজ্ঞান	৭৬
(ক) পৃথিবী সৃষ্টির ইতিহাস	
(খ) জ্যোতিষ্ক/জ্যোতিষ্কমণ্ডলী	
(গ) গুরুত্বপূর্ণ কিছু মহাকাশ অভিযান	
অধ্যায়-৯: সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স	
১. ইলেক্ট্রনিক্স	৮৫
(ক) ব্যান্ড তত্ত্বের ধারণা	
২. সেমিকন্ডাক্টর	৮৭
(ক) অর্ধপরিবাহীতে ডোপায়ন	
(খ) ডায়োড	
(গ) ট্রানজিস্টর	
(ঘ) সমন্বিত বর্তনী (IC)	
অধ্যায়-১০: পরমাণুর গঠন	
১. পরমাণু ও অণু	৯৫
(ক) প্রতীক	
(খ) সংকেত	
(গ) পরমাণু গঠনকারী কণা	
(ঘ) পারমাণবিক সংখ্যা	
২. পরমাণুর মডেল	৯৮
৩. তেজস্ক্রিয়তা	৯৯
(ক) তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ	
(খ) অর্ধায়ু	
(গ) তেজস্ক্রিয় রশ্মিসমূহ	
অধ্যায়-১১: রাসায়নিক বিক্রিয়া ও তড়িৎ রসায়ন	
১. রাসায়নিক বিক্রিয়া	১০৩
(ক) রাসায়নিক বিক্রিয়ার শ্রেণিবিভাগ	
২. তড়িৎ রসায়ন	১০৫
(ক) জারণ বিজারণ বিক্রিয়া	
৩. তড়িৎ রাসায়নিক কোষ	১০৬
(ক) ডেনিয়েল কোষ	
(খ) ড্রাই সেল বা শুষ্ক কোষ	
৪. পদার্থের ক্ষয়	১০৮
অধ্যায়-১২: এসিড, ক্ষার ও লবণ	
১. এসিড	১১২
২. ক্ষার	১১৪
৩. লবণ	১১৫
৪. পরিষ্কারক দ্রব্য	১১৬
৫. গৃহস্থালি ও কৃষি দ্রব্য	১১৭
অধ্যায়-১৩: অজৈব যৌগের রসায়ন	
১. ধাতব যৌগ	১২৩
(ক) সংকর ধাতু	
(খ) ধাতুর আকরিক	
(গ) কেলাস বা স্ফটিক	
২. অধাতব পদার্থ	১২৬

সূচিপত্র

বিষয়	পৃষ্ঠা
(ক) অধাতু	
(খ) কিছু বহুল ব্যবহৃত অধাতু ও তাদের যৌগসমূহ	
৩. নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহ	১৩০
৪. অবস্থান্তর মৌল	১৩০
অধ্যায়-১৪: জৈব যৌগের রসায়ন	
১. জৈব যৌগ	১৩৫
(ক) হাইড্রোকার্বন	
(খ) সমগোত্রীয় শ্রেণি	
(গ) জৈব এসিড	
(ঘ) জৈব যৌগের বিশেষ ব্যবহার	
২. কার্বন	১৩৮
(ক) কার্বনের বহুমুখী ব্যবহার	
৩. পলিমার	১৪০
৪. ক্রোমাটোগ্রাফি	১৪১
অধ্যায়-১৫: জীবন পাঠ	
১. জীববিজ্ঞান	১৪৬
(ক) জীববিজ্ঞানের ধারণা	
(খ) জীববিজ্ঞানের শাখা	
২. জীববৈচিত্র্য	১৫০
(ক) জীবের বৈজ্ঞানিক নামকরণ	
৩. প্রাণিবৈচিত্র্য	১৫২
(ক) প্রাণিজগতের পর্বসমূহ	
(খ) মেরুদণ্ডী প্রাণী	
(গ) সামুদ্রিক জীবন	
৪. উদ্ভিদবৈচিত্র্য	১৫৫
(ক) উদ্ভিদের শ্রেণিবিন্যাস	
৫. বংশগতি	১৫৯
(ক) জেনেটিক্স	
(খ) বিবর্তন	
অধ্যায়-১৬: জীবকোষ ও টিস্যু	
১. কোষ	১৬৩
(ক) কোষের প্রকারভেদ	
(খ) জীবকোষের বিভিন্ন অংশ	
(গ) কোষ বিভাজন	
২. টিস্যু	১৭৬
(ক) উদ্ভিদ টিস্যু	
(খ) প্রাণী টিস্যু	
অধ্যায়-১৭: উদ্ভিদ শারীরতত্ত্ব	
১. উদ্ভিদের অঙ্গসংস্থান	১৮৪
(ক) ফুল	
(খ) পরাগায়ন	

বিষয়	পৃষ্ঠা
(গ) ফল	
(ঘ) পাতা	
(ঙ) কাণ্ড	
(চ) মূল	
২. উদ্ভিদের শারীরবৃত্তীয় কাজ	১৮৭
(ক) অঙ্কুরোদগম	
(খ) সালোকসংশ্লেষণ	
(গ) শ্বসন	
(ঘ) প্রস্বেদন	
অধ্যায়-১৮: মানব শারীরতত্ত্ব	
১. অঙ্গ বা অর্গান	১৯৫
২. তন্ত্র বা অর্গান সিস্টেম	১৯৫
(ক) শ্বসনতন্ত্র	
(খ) রক্ত সংবহনতন্ত্র	
(গ) পরিপাকতন্ত্র	
(ঘ) রেচনতন্ত্র	
(ঙ) স্নায়ুতন্ত্র	
(চ) কঙ্কালতন্ত্র	
(ছ) অন্তঃক্ষরা গ্রন্থিতন্ত্র	
(জ) প্রজননতন্ত্র	
অধ্যায়-১৯: খাদ্য ও পুষ্টি	
১. মানুষের খাদ্য ও পুষ্টি	২১৬
(ক) শর্করা	
(খ) আমিষ	
(গ) স্নেহ	
(ঘ) ভিটামিন	
(ঙ) খনিজ লবণ	
(চ) পানি	
২. প্লান্ট নিউট্রিশন	২২৪
অধ্যায়-২০: রোগ ও স্বাস্থ্য	
১. অণুজীব	২২৯
(ক) রোগজীবাণু	
২. ভাইরাস	২৩০
(ক) ভাইরাসের গঠন	
(খ) ভাইরাস ঘটিত রোগ	
৩. ব্যাকটেরিয়া	২৩৫
(ক) ব্যাকটেরিয়ার গঠন	
(খ) ব্যাকটেরিয়ার অপকারিতা	
(গ) ব্যাকটেরিয়ার উপকারিতা	

বিষয়	পৃষ্ঠা
৪. ম্যালেরিয়া জীবাণু	২৩৮
৫. রোগের কারণ ও প্রতিকার	২৩৯
(ক) সংক্রামক রোগ	
৬. ইম্যুনাইজেশন ও ভ্যাকসিনেশন	২৪০
৭. মা ও শিশু স্বাস্থ্য	২৪২
(ক) গর্ভাবস্থায় মায়েদের জটিলতা ও করণীয়	
(খ) নবজাতক শিশুর যত্ন	
অধ্যায়-২১: বায়ুমণ্ডল	
১. বায়ুমণ্ডল	২৪৭
(ক) বায়ুমণ্ডলের উপাদান	
(খ) বায়ুমণ্ডলীয় স্তর	
২. বায়ুপ্রবাহ	২৪৯
(ক) বায়ু প্রবাহের শ্রেণিবিভাগ	
(খ) ঘূর্ণিঝড়	
অধ্যায়-২২: পানি	
১. পানি	২৫৫
(ক) পানির ধর্ম	
(খ) পানির গঠন	
২. পানির মানদণ্ড	২৫৬
(ক) সারফেস ওয়াটারের বিশুদ্ধতার মানদণ্ড	
৩. বারিমণ্ডল	২৫৯
(ক) মহাসাগর	
(খ) অন্যান্য জলাশয়	
৪. জোয়ার-ভাটা	২৬২
অধ্যায়-২৩: আমাদের সম্পদ	
১. মাটি	২৬৮
(ক) মাটির গঠন	
(খ) টেকটোনিক প্লেট	
(গ) সুনামি	
২. মানব ব্যবহার্য খনিজ	২৭০
৩. শক্তির বিভিন্ন উৎস	২৭১
(ক) অ-নবায়নযোগ্য শক্তি	
(খ) নবায়নযোগ্য শক্তি	
মডেল টেস্ট (০১-০৫)	
মডেল টেস্ট-০১	২৭৯
মডেল টেস্ট-০২	২৮১
মডেল টেস্ট-০৩	২৮৩
মডেল টেস্ট-০৪	২৮৫
মডেল টেস্ট-০৫	২৮৭

বিসিএস পরীক্ষার প্রিলিমিনারি টেস্ট এর সিলেবাস ও সূচিপত্র
সাধারণ বিজ্ঞান (পূর্ণমান: ১৫)

ক্র.নং	বিষয়	পৃষ্ঠা নং	ক্র.নং	বিষয়	পৃষ্ঠা নং
ভৌতবিজ্ঞান (পূর্ণমান: ০৫)					
০১	পদার্থের অবস্থা	২৭	১৭	নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস	২৭৪
০২	এটমের গঠন	৯৪	১৮	পারমাণবিক শক্তি	২৭৩
০৩	কার্বনের বহুমুখী ব্যবহার	১৩৯	১৯	খনিজ উৎস	২৭০
০৪	এসিড, ক্ষার ও লবণ	১১০	২০	শক্তির রূপান্তর	১৮
০৫	পদার্থের ক্ষয়	১০৮	২১	আলোক যন্ত্রপাতি	৪৪
০৬	সাবানের কাজ	১১৬	২২	মৌলিক কণা	৭৫
০৭	ভৌত রাশি এবং এর পরিমাপ	৫	২৩	ধাতব পদার্থ এবং তাদের যৌগসমূহ	১২৩
০৮	ভৌতবিজ্ঞানের উন্নয়ন	৮	২৪	অধাতব পদার্থ	১২৬
০৯	চৌম্বকত্ব	৬৮	২৫	জারণ-বিজারণ	১০৫
১০	তরঙ্গ এবং শব্দ	৫০	২৬	তড়িৎ কোষ	১০৬
১১	তাপ ও তাপগতিবিদ্যা	২২	২৭	অজৈব যৌগ	১২১
১২	আলোর প্রকৃতি	৩৫	২৮	জৈব যৌগ	১৩৫
১৩	স্থির এবং চল তড়িৎ	৫৬	২৯	তড়িৎ চৌম্বক	৭১
১৪	ইলেকট্রনিক্স	৮৫	৩০	ট্রান্সফরমার	৬৪
১৫	আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান	৭৪	৩১	এক্স রে	৩৮
১৬	শক্তির উৎস এবং এর প্রয়োগ	২৭১	৩২	তেজস্ক্রিয়তা	৯৯
জীববিজ্ঞান (পূর্ণমান: ০৫)					
০১	পদার্থের জীববিজ্ঞান-বিষয়ক ধর্ম	১৪৬	১৪	ফুল	১৮৪
০২	টিস্যু	১৭৬	১৫	ফল	১৮৫
০৩	জেনেটিক্স	১৫৯	১৬	রক্ত ও রক্ত সঞ্চালন	১৯৭
০৪	জীববৈচিত্র্য বা এনিম্যাল ডাইভারসিটি	১৫০	১৭	রক্তচাপ	২০৩
০৫	প্লান্ট ডাইভারসিটি	১৫৫	১৮	হৃৎপিণ্ড এবং হৃদরোগ	২০৩
০৬	এনিম্যাল টিস্যু	১৭৮	১৯	স্নায়ু	২০৭
০৭	অর্গান এবং অর্গান সিস্টেম	১৯৫	২০	স্নায়ুরোগ	২০৮
০৮	সালোকসংশ্লেষণ	১৮৮	২১	খাদ্য ও পুষ্টি	২১৫
০৯	ভাইরাস	২৩০	২২	ভিটামিন	২২০
১০	ব্যাকটেরিয়া	২৩৫	২৩	মাইক্রোবায়োলজি	২২৯
১১	জুলোজিক্যাল নমেনক্লেচার ও বোটানিক্যাল নমেনক্লেচার	১৫১	২৪	প্লান্ট নিউট্রেশন	২২৪
১২	প্রাণিজগৎ	১৫২	২৫	পরাগায়ন	১৮৪
১৩	উদ্ভিদ	১৮৩			
আধুনিক বিজ্ঞান (পূর্ণমান: ০৫)					
০১	পৃথিবী সৃষ্টির ইতিহাস	৭৬	১৫	সংক্রামক রোগ	২৪০
০২	কসমিক রে	৩৯	১৬	রোগ জীবাণুর জীবনধারণ	২২৯
০৩	ব্ল্যাক হোল	৮০	১৭	মা ও শিশু স্বাস্থ্য	২৪২
০৪	হিগের কণা	৭৬	১৮	ইম্যুনাইজেশন এবং ভ্যাকসিনেশন	২৪০
০৫	বারিমণ্ডল	২৫৯	১৯	এইচআইভি, এইডস	২৩৩
০৬	টাইড	২৬২	২০	টিবি	২৩৭
০৭	বায়ুমণ্ডল	২৪৭	২১	পোলিও	২৩৩
০৮	টেকটোনিক প্লেট	২৬৯	২২	জোয়ার-ভাটা	২৬২
০৯	সাইক্লোন	২৫২	২৩	এপিকালচার, সেরিকালচার, পিসিকালচার, হর্টিকালচার	১৫০
১০	সুনামি	২৬৯	২৪	ডায়োড	৮৮
১১	বিবর্তন	১৫৯	২৫	ট্রানজিস্টর	৮৯
১২	সামুদ্রিক জীবন	১৫৪	২৬	আইসি	৯১
১৩	মানবদেহ	১৯৩	২৭	আপেক্ষিক তত্ত্ব	৭৫
১৪	রোগের কারণ ও প্রতিকার	২৩৯	২৮	ফোটন কণা	৩৬

অধ্যায় ০৪

আলো

বিগত বিসিএস প্রিলিমিনারি প্রশ্নের আলোকে এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ

পরিচ্ছেদ	টপিক	গুরুত্ব	বিসিএস পরীক্ষা
৪.১	আলোর প্রকৃতি	✪✪	৪৬তম বিসিএস
	তাড়িতচৌম্বক বর্ণালি	✪✪	৪৭, ৪৬, ৪৫, ২০তম বিসিএস
	দৃশ্যমান আলো	✪✪✪	৩৬, ৩১, ২৯, ২৮, ১৪, ১০তম বিসিএস
	শক্তিশালী আলোক রশ্মি	✪	৪৭,২৪তম বিসিএস
৪.২	আলোর বিচ্ছুরণ	✪✪	১১, ৩৭তম বিসিএস
	আলোর প্রতিফলন	✪	২০তম বিসিএস
	আলোর প্রতিসরণ	✪	১২তম বিসিএস
	অপটিক্যাল ফাইবার	✪✪	৪৩, ৩১তম বিসিএস
৪.৩	লেন্স	✪	৩১তম বিসিএস
৪.৪	ক্যামেরা	✪	৪৪তম বিসিএস

বিগত বছরের BCS প্রিলি পরীক্ষার প্রশ্ন

০১। তরঙ্গের বেলায় কোনটি সত্য? [৪৭তম বিসিএস]
(ক) তড়িৎ চৌম্বকতরঙ্গ আলোর বেগে গমন করে
(খ) শব্দতরঙ্গ একধরনের তড়িৎ চৌম্বকতরঙ্গ
(গ) সকল তরঙ্গেই প্রতিফলন-প্রতিসরণ হয় না
(ঘ) তরঙ্গবেগ হলো এর কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত

০২। ইথার সম্বন্ধে কোনটি মিথ্যা? [৪৭তম বিসিএস]
(ক) এটি একটি রাসায়নিক তরল পদার্থ
(খ) এটি একটি কাল্পনিক মাধ্যম যা মহাবিশ্বে সর্বত্র বিরাজমান ছিল
(গ) এ মাধ্যম ছাড়া তাড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ সঞ্চালন সম্ভব নয়
(ঘ) এ কাল্পনিক মাধ্যমটির স্থিতিস্থাপক ধর্ম ছিলো

০৩। জেমস্ ওয়েব টেলিস্কোপ কোন ধরনের রেডিয়েশন ব্যবহার করে? [৪৬তম বিসিএস]
(ক) Ultra-violet (খ) Infrared (গ) Visible (ঘ) X-ray

০৪। কোনটি আলোর প্রাথমিক রং হিসাবে বিবেচনা করা হয় না? [৪৬তম বিসিএস]
(ক) সবুজ (খ) নীল (গ) লাল (ঘ) হলুদ

০৫। ফোটন শক্তি 'E' এর সমীকরণটি হল- [৪৬তম বিসিএস]
(ক) $h\lambda/c$ (খ) hc/λ (গ) $c\lambda/h$ (ঘ) $ch\lambda$

০৬। টেলিভিশনে যে তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়- [৪৫তম বিসিএস]
(ক) রেডিও ওয়েভ (খ) অবলোহিত রশ্মি (গ) আল্ট্রা ভায়োলেট (ঘ) দৃশ্যমান রশ্মি

০৭। ফটোগ্রাফিক প্লেটে আবরণ থাকে- [৪৪তম বিসিএস]
(ক) সিলভার ব্রোমাইডের (খ) সিলভার ক্লোরাইডের (গ) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের (ঘ) সিলভার ফ্লোরাইডের

০৮। কোন মাধ্যমে আলোর পালস্ ব্যবহৃত হয়? [৪৩তম বিসিএস]
(ক) তামার তার (খ) কো-এক্সিয়াল ক্যাবল (গ) অপটিক্যাল ফাইবার (ঘ) ওয়্যারলেস মিডিয়া

০৯। আকাশে রংধনু সৃষ্টির কারণ- [৩৭তম বিসিএস]
(ক) ধূলিকণা (খ) বায়ুস্তর (গ) বৃষ্টির কণা (ঘ) অতিবেগুনি রশ্মি

১০। কোন রং বেশি দূর থেকে দেখা যায়? [৩৬তম বিসিএস]
(ক) White (খ) Red (গ) Black (ঘ) Yellow

১১। সিনেমাস্কোপ প্রজেক্টরে কোন ধরনের লেন্স ব্যবহৃত হয়? [৩১তম বিসিএস]
(ক) উত্তল (খ) অবতল (গ) জুম (ঘ) সিলিনড্রিক্যাল

১২। কোন আলোক তরঙ্গ (Light spectrum) মানব চোখে দেখতে পাওয়া যায়? [৩১তম বিসিএস]
(ক) ১০ থেকে ৪০০ ন্যানো মি. (nm) (খ) ৪০০ থেকে ৭০০ ন্যানো মি. (nm)
(গ) ১০০ মাইক্রোমিটার থেকে ১ মি. (m) (ঘ) ১ মি. (m) এর উর্ধ্বে

১৩। অপটিক্যাল ফাইবার (Optical fibre) হচ্ছে- [৩১তম বিসিএস]
(ক) খুব সরু ও নমনীয় কাচতন্তু আলোকনল (খ) খুব সূক্ষ্ম সুপরিবাহী তামার তার তন্ত্র নল
(গ) খুব সরু এসবেস্টোস ঘটিত নল (ঘ) সূক্ষ্ম প্লাস্টিক ঘটিত নল

১৪। লাল আলোতে নীল রঙের বস্তু দেখতে কেমন দেখায়? [২৯তম বিসিএস]
(ক) বেগুনি (খ) সবুজ (গ) কালো (ঘ) হলুদ

১৫। টেলিভিশনের রঙিন ছবি উৎপাদনের জন্যে কয়টি মৌলিক রং এর ছবি ব্যবহার করা হয়? [২৮তম বিসিএস]
(ক) ১টি (খ) ২টি (গ) ৩টি (ঘ) ৪টি

১৬। লেজার রশ্মি কে কত সালে আবিষ্কার করেন? [বাতিলকৃত ২৪তম বিসিএস]
(ক) বোর, ১৯৬৩ (খ) রাদারফোর্ড (গ) হাইগ্যান, ১৯৬১ (ঘ) মাইম্যান, ১৯৬০

১৭। রাডারে যে তাড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ ব্যবহার করা হয় তার নাম কী? [২০তম বিসিএস]
(ক) গামা রশ্মি (খ) অবলোহিত বিকিরণ (গ) আলোক তরঙ্গ (ঘ) মাইক্রোওয়েভ

১৮। যে মসৃণ তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে কী বলে? [২০তম বিসিএস]
(ক) দর্পণ (খ) লেন্স (গ) প্রিজম (ঘ) বিম্ব

১৯। দৃশ্যমান বর্ণালির ক্ষুদ্রতম তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কোন রঙের আলোর? [১৪তম বিসিএস]
(ক) লাল (খ) সবুজ (গ) নীল (ঘ) বেগুনি

২০। পানিতে নৌকার বৈঠা বাঁকা দেখা যাওয়ার কারণ, আলোর- [১২তম বিসিএস]
(ক) প্রতিসরণ (খ) পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন (গ) বিচ্ছুরণ (ঘ) পোলারায়ন

২১। রংধনু সৃষ্টির বেলায় পানির কণাগুলো- [১১তম বিসিএস]
(ক) দর্পণের কাজ করে (খ) আতসি কাচের কাজ করে (গ) লেন্সের কাজ করে (ঘ) প্রিজমের কাজ করে

২২। তিনটি মৌলিক রঙ কী কী? [১০তম বিসিএস]
(ক) লাল, হলুদ, নীল (খ) লাল, কমলা, বেগুনি (গ) হলুদ, সবুজ, নীল (ঘ) লাল, নীল, সবুজ

উত্তরমালা

০১	ক	০২	-	০৩	খ	০৪	ঘ	০৫	খ	০৬	ক	০৭	ক	০৮	গ	০৯	গ	১০	খ	১১	খ
১২	খ	১৩	ক	১৪	গ	১৫	গ	১৬	ঘ	১৭	ঘ	১৮	ক	১৯	ঘ	২০	ক	২১	ঘ	২২	ঘ

৪.১ আলো (Light)

আলো এক প্রকার শক্তি যা আমাদের দর্শনের অনুভূতি জন্মায়। মূলত কোনো বস্তু হতে প্রতিফলিত হয়ে আসা ফোটন কণার তড়িৎচৌম্বকীয় তরঙ্গ **(Electromagnetic wave)** প্রবাহ আমাদের চোখে প্রবেশ করে আমাদের কোনো কিছু দেখতে সাহায্য করে। একেই আমরা আলো বলি।

শূন্য মাধ্যমে আলোর গতি	৩ × ১০^{৫} (৩ লক্ষ) কিলোমিটার/সে.
	৩ × ১০^{৮} মিটার/সে.
	৩ × ১০^{১০} সেমি/সে.
	১,৮৬,০০০ মাইল/সে.

১(ক) আলোর প্রকৃতি

আলো কণা না তরঙ্গ সে বিষয়ে বিজ্ঞানীদের বিতর্কের অবসান এখনও শেষ হয়নি। এখনও মনে করা হয় অবস্থা বিশেষ আলো কণা অথবা তরঙ্গরূপে আচরণ করে। তবে কখনই একসঙ্গে কণা বা তরঙ্গ নয়। দীপ্তিমান বস্তু থেকে আলো কীভাবে আমাদের চোখে আসে তা ব্যাখ্যার জন্য বিজ্ঞানীরা এ পর্যন্ত চারটি তত্ত্ব প্রদান করেছেন। যথা-

তত্ত্ব	প্রবক্তা	সময়
কণাতত্ত্ব	স্যার আইজ্যাক নিউটন	১৬৭২
তরঙ্গ তত্ত্ব	হাইগেন	১৬৭৮

তত্ত্ব	প্রবক্তা	সময়
তাড়িত চৌম্বক তত্ত্ব	ম্যাক্সওয়েল	১৮৬৪
কোয়ান্টাম তত্ত্ব	ম্যাক্স প্লাঙ্ক	১৯০০

কণা প্রকৃতি

আলোর কোয়ান্টাম তত্ত্ব অনুযায়ী কোনো কোনো ধাতুর উপর আলো পড়লে তাৎক্ষণিক ইলেকট্রন নির্গত হয় যাকে ফটো তড়িৎ ক্রিয়া (photo electric effect) বলে। আলোর তরঙ্গ ধর্মের সাহায্যে এই ঘটনার ব্যাখ্যা করা যায় না। ১৯০৫ সালে আলোর কোয়ান্টাম তত্ত্বের সাহায্যে আইনস্টাইন এ ঘটনার ব্যাখ্যা দেন, সেজন্য তাঁকে ১৯২১ সালে নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়।
১৯০০ সালে ম্যাক্স প্লাঙ্ক সর্বপ্রথম কোয়ান্টাম-তত্ত্ব প্রদান করেন। এই তত্ত্ব অনুসারে আলোকশক্তি কোনো উৎস থেকে অবিচ্ছিন্ন তরঙ্গের আকারে না বেরিয়ে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র শক্তিগুচ্ছ বা প্যাকেট আকারে বের হয়। প্রত্যেক রঙের আলোর জন্য এই প্যাকেটের শক্তির একটা সর্বনিম্ন মান আছে। এ সর্বনিম্নমানের শক্তিসম্পন্ন কণিকাকে কোয়ান্টাম (Quantum) বা ফোটন (Photon) বলে।

ফোটনের(Photon) ধর্ম

- শূন্যস্থানে ফোটন চলে আলোর গতিতে।
- ফোটনের নিশ্চল ভর শূন্য, কিন্তু গতিশীল অবস্থায় এর ভরবেগ থাকে। ফোটনের ভরবেগ, $P = \frac{h}{\lambda}$
- E = ফোটনের শক্তি, f = আলোর কম্পাঙ্ক, λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য হলে, $\boxed{E = hf = \frac{hc}{\lambda}}$ $\left[\because f = \frac{c}{\lambda} \text{ এবং } h = \text{প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক}\right]$
- ফোটন, পদার্থের কণিকার সঙ্গে সংঘর্ষ ঘটাতে পারে। এ সংঘর্ষে মোট শক্তি ও মোট ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে। অর্থাৎ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হয়।
- কোনো নির্দিষ্ট কম্পাঙ্কের আলোর তীব্রতা বাড়লে নির্দিষ্ট সময়ে কোন নির্গত ফোটনের সংখ্যা বৃদ্ধি পায় কিন্তু প্রতিটি ফোটনের শক্তি একই থাকে।
- ফোটনের চার্জ নেই।
- ফোটনের স্পিন = 1

১(খ) তাড়িতচৌম্বক বর্ণালি

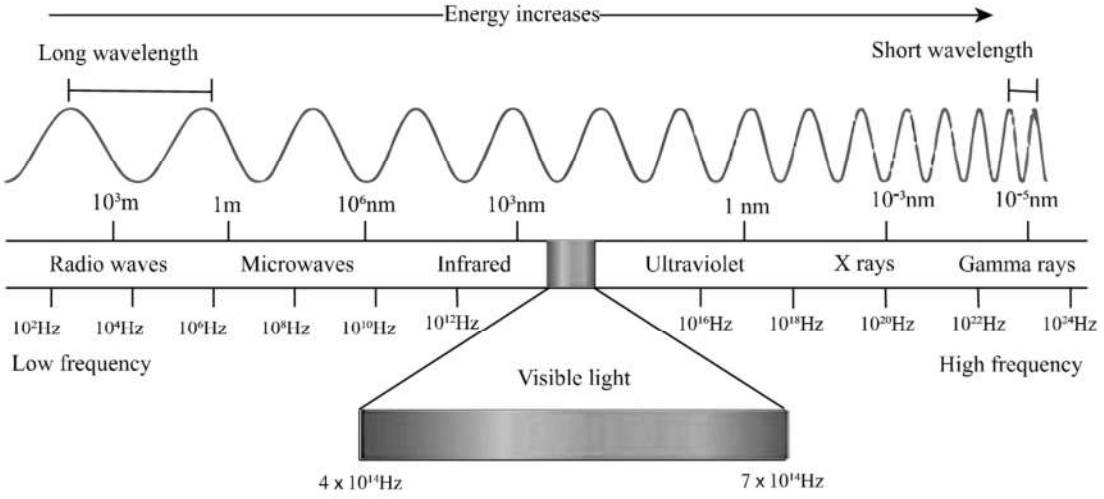
আলোক তরঙ্গ তাড়িতচৌম্বক বর্ণালি নামে পরিচিত একটি বিস্তৃত পাল্লার তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অংশবিশেষ। আমরা জানি, তাড়িতচৌম্বক বর্ণালিতে থাকে দৃশ্যমান আলো, অবলোহিত বিকিরণ, বেতার তরঙ্গ, অতিবেগুনি বিকিরণ, এক্সরশ্মি ও গামারশ্মি।
যদিও বিভিন্ন তাড়িতচৌম্বক বিকিরণের উৎস বিভিন্ন এবং তাদের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে বিরাট পার্থক্য বর্তমান কিন্তু কিছু কিছু মৌলিক বৈশিষ্ট্যের দিক দিয়ে এদের মধ্যে মিল আছে। এসব বৈশিষ্ট্য হলো:-

- তাড়িতচৌম্বক বিকিরণ ভ্যাকুয়ামে (শূন্য মাধ্যম) আলোর দ্রুতিতে ($3 \times 10^8 ms^{-1}$) সরলরেখায় চলে।
- উৎস থেকে বিশেষ দূরত্বে বিকিরণের তীব্রতা বিপরীত বর্গীয় নিয়ম (Inverse square law) মেনে চলে। অর্থাৎ দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতে এদের তীব্রতা হ্রাস পেতে থাকে। দূরত্ব দ্বিগুণ হলে তীব্রতা এক-চতুর্থাংশ হয়ে যাবে। অর্থাৎ তীব্রতা $I \propto \frac{1}{r^2}$, r হলো উৎস থেকে দূরত্ব।
- এ তরঙ্গ তাড়িতচৌম্বক এবং আড় তরঙ্গ।
- যথোপযুক্ত শর্তসাপেক্ষে তাড়িতচৌম্বক বিকিরণের সব ধরনের বিকিরণের মতো প্রতিফলন, প্রতিসরণ, অপবর্তন (diffraction) ও ব্যতিচার (interference) ঘটে।
- এদের সঞ্চালনের জন্য কোনো মাধ্যম প্রয়োজন হয় না। শূন্য মাধ্যমের মধ্য দিয়ে এরা সঞ্চালিত হতে পারে।

বিভিন্ন প্রকার তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ

তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ	তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিসর	ব্যবহার
বেতার তরঙ্গ বা রেডিও ওয়েভ	10 km – 1 m	বেতার তরঙ্গ বায়ুমণ্ডলের আয়নোস্ফিয়ারে (তাপমণ্ডল) প্রতিফলিত হয়। রেডিও-টিভির সিগনাল ও MRI যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়।
মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গ	1 m – 1 mm	RADAR (Radio Detection and Ranging), টেলিভিশন, Wi-Fi, মোবাইল ফোন ও মাইক্রোওভেন প্রযুক্তিতে এই তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়।
অবলোহিত বা ইনফ্রারেড (IR) রশ্মি	1 mm – 780 nm	এই বিকিরণের কম্পাঙ্ক লাল রং থেকে কিছুটা কম বলেই এর নামকরণ করা হয়েছে অবলোহিত রশ্মি। রিমোট কন্ট্রোল সংকেত প্রদান, অন্ধকারে দেখার গগলস ইত্যাদি প্রযুক্তিতে ইনফ্রারেড তরঙ্গ ব্যবহার করা হয়। চিকিৎসাক্ষেত্রে, জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণে, মাংসপেশির ব্যাথা নিরাময়ে, মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয়ে, ক্যান্সার বা টিউমার আক্রান্ত কোষের বৃদ্ধি প্রতিহত করতে এ রশ্মি ব্যবহার করা হয়। এছাড়াও অপটিক্যাল ফাইবার মাধ্যমে ও টেলিস্কোপে (জেমস ওয়েভ টেলিস্কোপ) ব্যবহৃত হয়।

তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ	তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিসর	ব্যবহার
দৃশ্যমান আলো	780 nm – 380 nm	ইহা হলো তড়িৎচৌম্বকীয় বর্ণালির সেই অংশ যা মানুষের চোখে দৃশ্যমান, ভিন্ন ভিন্ন রঙের আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও কম্পাঙ্ক ভিন্ন হয়। সালোকসংশ্লেষণ ও বিশ্লেষণী রসায়নে পদার্থের পরিমাণ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।
অতিবেগুনি বা আল্ট্রাভায়োলেট (UV) রশ্মি	380 nm – 10 nm	এই রশ্মির কম্পাঙ্ক দৃশ্যমান বেগুনি রশ্মির চেয়ে বেশি তাই একে অতিবেগুনি রশ্মি বলে। এটি ত্বকে ভিটামিন-D তৈরিতে সাহায্য করে। চর্ম ক্যান্সার তৈরি করতে সক্ষম। জাল টাকা ও জাল পাসপোর্ট শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।
এক্সরে	10 nm – 0.01 nm	এই রশ্মির সাহায্যে শরীরের ভেতরের অঙ্গ-প্রত্যঙ্গের ছবি তোলা যায়। রঙিন টেলিভিশন হতে এক্স বা রঞ্জন রশ্মি নির্গত হয়।
গামা রশ্মি	Less than 0.01 nm	সর্বাপেক্ষা ছোট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণ। তেজস্ক্রিয় পদার্থের ক্ষয় থেকে গামা রশ্মি উৎপন্ন হয়। এটি অত্যন্ত শক্তিশালী ও ক্ষতিকর। ক্যান্সার রোগের চিকিৎসা ও খাদ্যশস্যে অণুবীজ ধ্বংসে এটি ব্যবহৃত হয়। এছাড়া সিটি স্ক্যান, রেডিও থেরাপিতে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র: তড়িৎ চৌম্বক বর্ণালি

দৃশ্যমান আলো

তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালির সেই অংশ যা মানুষের চোখে দৃশ্যমান অর্থাৎ 4×10^{-7}m হতে 7×10^{-7} m অর্থাৎ 380nm – 780nm পর্যন্ত তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সীমার তড়িৎচৌম্বকীয় বিকিরণকে দৃশ্যমান আলো বলে। আলোর বর্ণ নির্ধারণ করে তার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য। দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের উর্ধ্বক্রম- **V**iolet (বেগুনি) < **I**ndigo (নীল) < **B**lue (আসমানি) < **G**reen (সবুজ) < **Y**ellow (হলুদ) < **O**range (কমলা) < **R**ed (লাল)

উত্তরণ Special

দৃশ্যমান আলোর ক্রম মনে রাখার উপায়

VIBGYOR (**V**iolet, **I**ndigo, **B**lue, **G**reen, **Y**ellow, **O**range, **R**ed) দিয়ে সহজেই মনে রাখা যায়।
আবার, বেনীআসহকলা (বেগুনি, নীল, আসমানি, সবুজ, হলুদ, কমলা, লাল) দিয়েও সহজে মনে রাখা যায়।

মৌলিক বর্ণ

সাতটি মূল বর্ণের সমন্বয়ে বর্ণালি গঠিত হয়। তবে এই সাতটি রঙের মধ্যে তিনটি রং আছে যাদেরকে পরিমাণ মতো মিশিয়ে অপর যেকোনো রং তৈরি করা যেতে পারে। এদেরকে মৌলিক বা প্রাথমিক বর্ণ বলে। এই তিনটি রং হচ্ছে- আসমানি, সবুজ ও লাল (আসল)। বর্ণান্ধ লোকেরা লাল, নীল, সবুজ রং বুঝতে পারেনা। [Note: মৌলিক বর্ণ RGB (Red, Green, Blue) Blue মানে প্রকৃতপক্ষে আসমানী বোঝায় এবং Indigo অর্থ নীল। তবে আসমানী ও নীল বর্ণালির পাশাপাশি দুটি বর্ণ হওয়ায় অপশনে আসমানী না থাকলে নীল গ্রহণ করা যেতে পারে।]

মৌলিক বর্ণগুলো মিশিয়ে বিভিন্ন বর্ণ তৈরি করা যায়। যেমন:

মৌলিক বর্ণ	পরিপূরক বর্ণ	
লাল	লাল + আসমানি = বেগুনি	সবুজ + লাল = হলুদ
সবুজ	লাল + হলুদ = কমলা	সবুজ + আসমানি = ময়ূরকণ্ঠী নীল
আসমানি	আসমানি + হলুদ = সবুজ	লাল + আসমানি + সবুজ = সাদা

গৌণ/ যৌগিক/ সেকেন্ডারি বর্ণ

দৃশ্যমান আলোর সাতটি বর্ণের মধ্যে মৌলিক বর্ণ তিনটি বাদে অবশিষ্ট চারটি বর্ণকে গৌণ/ যৌগিক/ সেকেন্ডারি বর্ণ বলে।

- আমাদের দর্শন অনুভূতি হলুদ আলোতে সবচেয়ে বেশি এবং লাল আলোতে শূন্য।
- নীল আলোতে সাদা রং – নীল দেখায়
- সবুজ আলোতে লাল ফুল – কালো দেখায়
- লাল আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি এবং এর প্রতিসরণ, বিচ্যুতি ও বিক্ষেপণ সবচেয়ে কম।
- বেগুনি বর্ণের আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম এবং এর প্রতিসরণ, বিচ্যুতি ও বিক্ষেপণ সবচেয়ে বেশি।

১(গ) শক্তিশালী আলোক রশ্মি

লেজার

LASER শব্দটির পূর্ণরূপ হলো- **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**. বিজ্ঞানী মাইম্যান ১৯৬০ সালে লেজার রশ্মি আবিষ্কার করেন। এ রশ্মি অত্যধিক লক্ষ্যভেদী, সুসংগত, একক রঙের এবং অনেক দূরত্ব অতিক্রম করার পরও এই রশ্মির দিক বিচ্যুতি ঘটে না।

লেজারের ব্যবহার

- চিকিৎসাক্ষেত্রে সূক্ষ্ম অস্ত্রোপচারে লেজার রশ্মি ব্যবহৃত হয়। চক্ষু, দন্ত ও চর্মরোগ চিকিৎসায় লেজার রশ্মি ব্যবহার করা হয়।
- পানি দ্বারা লেজার রশ্মি শোষিত হয় না; তাই পানির নিচে যোগাযোগের জন্য এ রশ্মি ব্যবহৃত হয়।
- দূরবর্তী যোগাযোগের ক্ষেত্রে লেজার রশ্মি ব্যবহৃত হয়।
- উচ্চশক্তির লেজার রশ্মি ব্যবহার করে ধাতুর উপর নকশা কাটা যায়।
- লেজার গাইডেড মিসাইল যুদ্ধক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

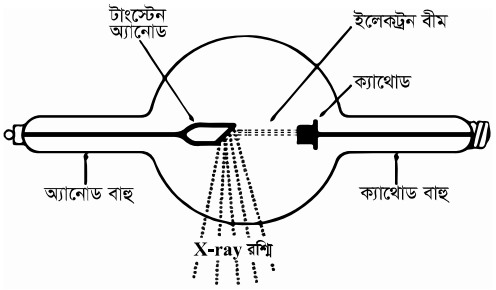
এক্স রে

দ্রুতগতি সম্পন্ন ইলেকট্রন কোনো ধাতুকে আঘাত করলে তা থেকে অতি ক্ষুদ্র তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের এবং উচ্চ ভেদনক্ষমতা সম্পন্ন এক প্রকার তড়িৎ চৌম্বক বিকিরণ উৎপন্ন হয়। এই বিকিরণকে এক্স রে বা এক্স রশ্মি বলে।

ইলেকট্রনের প্রবাহকে 'ক্যাথোড রে' বলে। বিজ্ঞানী উইলহেম রন্টজেন ১৮৯৫ সালে এক্স রে আবিষ্কার করেন। এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পাল্লা 10^{-8}m থেকে 10^{-13} m এর কাছাকাছি। এক্স রে বিকিরণের একক হলো রন্টজেন। এক্স রে দুই প্রকার। যথা:

১. কোমল এক্স রে (নিম্ন বিভবযুক্ত ও নিম্ন ভেদনক্ষমতা সম্পন্ন),

২. কঠিন এক্স রে (উচ্চ বিভবযুক্ত ও উচ্চ ভেদনক্ষমতা সম্পন্ন)



চিত্র: এক্স রে

এক্সরের ব্যবহার

- ভেঙে যাওয়া ও স্থানচ্যুত হওয়া হাড়, হাড়ে দাগ বা ফাটল, শরীরের ভিতরের কোনো বস্তুর বা ফুসফুসের কোনো ক্ষত ইত্যাদির অবস্থান নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।
- ক্যান্সারের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়।
- পরিপাক নালি দিয়ে খাদ্যবস্তুর গমন অনুসরণ, অন্ত্রের ও দাঁতের গোড়ায় আলসার নির্ণয়ের জন্য ব্যবহার করা হয়।
- ধাতব ঢালাইয়ের দোষ, ত্রুটিপূর্ণ ওয়েল্ডিং, ধাতব পাতের গর্ত ইত্যাদি নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।
- কেলাস গঠন পরীক্ষায় এক্সরে ব্যবহৃত হয়। হীরার ভিতর দিয়ে এক্স রশ্মি যেতে পারে না বলে হীরা যাচাইয়ে এক্স রশ্মি ব্যবহার করা হয়।
- স্বর্ণকারেরা এর সাহায্যে আসল ও নকল গহনা শনাক্ত করতে পারেন।
- কফি, লজেন্স, সিগারেট ইত্যাদির মান বজায় আছে কিনা বা ক্ষতিকর কোনো কিছু মিশ্রিত হয়েছে কিনা তা জানার জন্য ব্যবহৃত হয়।
- কাঠের বাক্স বা চামড়ার থলিতে বিস্ফোরক লুকিয়ে রাখলে তা খুঁজে বের করতে ব্যবহার করা হয়।
- কাস্টমস কর্মকর্তারা চোরাচালানের দ্রব্যাদি খুঁজে বের করতে এক্সরে ব্যবহার করেন।

কসমিক রে

মহাশূন্য থেকে উচ্চ গতি ও শক্তিসম্পন্ন যে সকল তাড়িত/আহিত কণা পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলে প্রবেশ করে তাদেরকে সমষ্টিগতভাবে মহাজাগতিক রশ্মি বা কসমিক রে বলে। মহাজাগতিক রশ্মির ৮৯% প্রোটন, ৯% আলফা এবং ২% কার্বন, নাইট্রোজেন, অক্সিজেন ও লোহার ভারি নিউক্লিয়াস এদের গতি প্রায় আলোর গতির কাছাকাছি এবং এদের শক্তির তীব্রতা অনেক বেশি। কসমিক রে মূলত মহাশূন্যে সুপারনোভার বিস্ফোরণ থেকে উৎপত্তি লাভ করে।

১৯১২ সালে অস্ট্রিয়ান বিজ্ঞানী ভিক্টর হেস মহাজাগতিক রশ্মি আবিষ্কার করেন। এজন্য তাঁকে ১৯৩৬ সালে পদার্থে নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়।

উত্তরণ Special

আলোর তাড়িৎচৌম্বক তত্ত্ব আসার আগ পর্যন্ত মনে করা হতো কোনো তরঙ্গই মাধ্যম ছাড়া চলতে পারে না, তখন আলোক তরঙ্গ চলাচলের জন্য "ইথার" কে মাধ্যম হিসেবে বিবেচনা করা হতো।এই তত্ত্ব অনুযায়ী ইথার মাধ্যম ছিল স্থিতিস্থাপক, ওজনহীন, স্বচ্ছ এক আদর্শ মাধ্যম। পরবর্তীতে মাইকেলসন-মর্লি পরীক্ষার মাধ্যমে প্রমান করেন যে, বাস্তবে ইথার নামক কোন কিছুর অস্তিত্ব নেই এবং মাধ্যম ছাড়াও তাড়িৎচৌম্বক তরঙ্গ চলাচল করতে পারে।

অন্যদিকে, ইথার হলো এক শ্রেণির জৈব যৌগ যেখানে একটি অক্সিজেন পরমাণু দুটি অ্যালকাইল বা অ্যারাইল গ্রুপের সাথে যুক্ত থাকে, এবং এদের সাধারণ সংকেত R-O-R′। ইথার সাধারণত তরল পদার্থ হওয়ায় জৈব দ্রাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয় এবং এটি চর্বি, তেল, মোম, এবং রেজিনের মতো উপাদান দ্রবীভূত করতে পারে। এছাড়াও সুগন্ধী, চেতনানাশক এবং ঔষধ হিসেবেও এর ব্যবহার রয়েছে।

৪.২ বিভিন্ন আলোকীয় ঘটনা

২(ক) আলোর বিচ্ছুরণ

১৬৬৬ সালে স্যার আইজ্যাক নিউটন সাদা আলোর যৌগিক প্রকৃতি প্রমাণ করেন। সূর্যের সাদা আলো যদি কোনো কাচের প্রিজমের মধ্যে দিয়ে যায় তাহলে তা সাতটি রঙে বিশ্লিষ্ট হয়। প্রিজম থেকে নির্গত আলোকরশ্মি যদি কোনো পর্দার উপর ফেলা হয়, তাহলে পর্দায় ৭টি রঙের পট্টি দেখা যায়। আলোর এই পট্টিকে বর্ণালি (Spectrum) বলে। কোনো মাধ্যমে প্রতিসরণের ফলে যৌগিক আলো থেকে মূল বর্ণের আলো পাওয়ার পদ্ধতিকে বিচ্ছুরণ বলে।

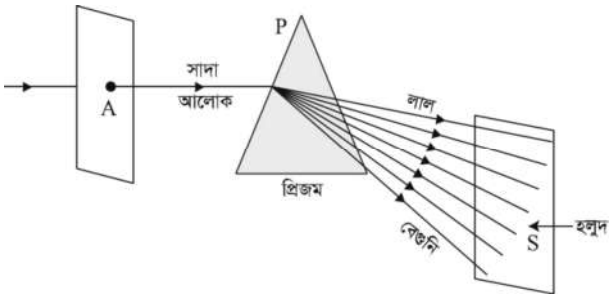
বর্ণালিতে বেগুনি, নীল, আসমানি, সবুজ, হলুদ, কমলা ও লাল এ সাতটি রং পরপর দেখা যায়। রংগুলোর নাম এবং এদের ক্রম মনে রাখার জন্য এদের নামের আদ্যক্ষর নিয়ে বাংলায় 'বেনীআসহকলা' শব্দ গঠন করা হয়েছে। বর্ণালির লাল আলোর বিচ্যুতি সবচেয়ে কম ও বেগুনি আলোর বিচ্যুতি সবচেয়ে বেশি।

রংধনু

রংধনু একটি আলোকীয় ঘটনা। এক পশলা বৃষ্টির পর আবার যখন সূর্য উঠে তখন কখনো কখনো সূর্যের বিপরীত দিকে আকাশে উজ্জ্বল রঙের অর্ধবৃত্ত দেখা যায়। একে বলা হয় রংধনু। রংধনু সৃষ্টির সময় পানির কণাগুলো প্রিজমের কাজ করে। রংধনুতে বর্ণালির ৭টি রং থাকে। সূর্যের বিপরীতে গঠিত হয় বলে সকালে পশ্চিমাকাশে এবং বিকালে পূর্বাকাশে রংধনু দেখা যায়।

প্রিজম

দুইটি হেলানো সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ প্রতিসারক মাধ্যমকে প্রিজম বলা হয়। প্রিজমে পতিত আলো সাধারণত প্রতিসরিত হয়। প্রিজমের ভিতর দিয়ে সাদা আলো নিক্ষেপ করলে অপর পাশে সাতটি রঙের ব্যান্ড দেখা যায়।



চিত্র: প্রিজমের মাধ্যমে আলোর বিচ্ছুরণ

২(খ) আলোর বিক্ষেপণ

যখন কোনো আলোক তরঙ্গ কোনো ক্ষুদ্র কণিকার উপর পড়ে, তখন কণিকাগুলো আলোক তরঙ্গকে বিভিন্ন দিকে ছড়িয়ে দেয়। একে বলা হয় আলোর বিক্ষেপণ। আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য যত কম হবে তার বিক্ষেপণ তত বেশি হবে। আলোর বিক্ষেপণের কিছু উদাহরণ-

- নীল আলোর বিক্ষেপণ অপেক্ষাকৃত বেশি বলে আকাশ এবং সমুদ্র নীল দেখায়।
- দিনের বেলা আকাশ কর্তৃক বিক্ষিপ্ত হালকা নীল আলো চাঁদের নিজস্ব হলুদ রঙের সাথে মিশে যায়। এই দুটি বর্ণের মিশ্রণের ফলে চোখে চাঁদকে সাদা বলে মনে হয়। কিন্তু সূর্যাস্তের পর আকাশের হালকা নীল বর্ণ লোপ পায় বলে চাঁদকে হলুদ দেখায়।
- সূর্যোদয় এবং সূর্যাস্তের সময় আকাশ এবং সূর্যের খানিকটা অংশ গাঢ় লাল দেখায়। দিগন্তে থাকা সূর্য থেকে আসা সাদা রং এর মধ্যে থাকা বাকি রংগুলো বিক্ষেপিত হলেও লাল রঙের বিক্ষেপণ সবচেয়ে কম বলে সেটি আমাদের চোখ পর্যন্ত আসতে পারে। তাই সূর্য লাল দেখায়।
- একজন নভোচারী আকাশের কালো রং দেখতে পায়, কারণ মহাকাশে কোনো বায়ুমণ্ডল নেই।
- লাল আলোর বিক্ষেপণ কম হওয়ায় আলোক সংকেত হিসেবে লাল আলো ব্যবহার করা হয়।

২(গ) আলোর প্রতিফলন

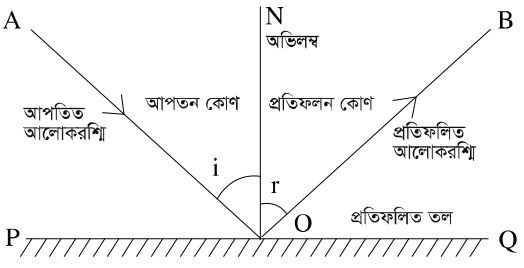
আলো যখন বায়ু বা অন্য কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের ভিতর দিয়ে যাওয়ার সময় অন্য কোনো অস্বচ্ছ মাধ্যমে বাধা পায় তখন দুই মাধ্যমের বিভেদতল থেকে কিছু পরিমাণ আলো প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। একে আলোর প্রতিফলন বলে।

আলোর প্রতিফলন ২ প্রকার। যথা- ১. নিয়মিত প্রতিফলন ২. অনিয়মিত প্রতিফলন বা ব্যাপ্ত প্রতিফলন।

দর্পণ

যে মসৃণ তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে দর্পণ বলে। দর্পণে আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণের মান সমান হয়। সাধারণত কাচের একদিকে ধাতুর (সাধারণত রুপা অথবা মার্কারির) প্রলেপ দিয়ে দর্পণ তৈরি করা হয়। কাচের উপর ধাতুর প্রলেপ দেওয়াকে পারা লাগানো বা সিলভারিং বলে।

চিত্রে $\angle i = \angle r$
$\angle i = \angle AON$ = আপতন কোণ
$\angle r = \angle NOB$ = প্রতিফলন কোণ



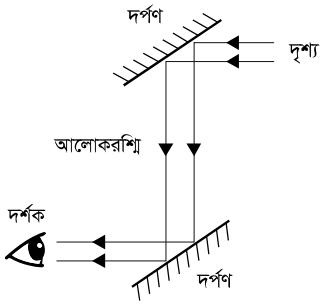
চিত্র: সমতল দর্পণ

দর্পণ দুই প্রকার। যথা: ১. সমতল দর্পণ, ২. গোলীয় দর্পণ

১। সমতল দর্পণ: যে দর্পণের উপরের পৃষ্ঠ সমতল হয় তাকে সমতল দর্পণ বলে। একটি সমতল দর্পণ হতে বস্তুর দূরত্ব যত, দর্পণ হতে বিম্বের দূরত্বও তত হয়।
সমতল দর্পণে নিজের পূর্ণ বিম্ব দেখতে হলে দর্পণের দৈর্ঘ্য দর্শকের উচ্চতার কমপক্ষে অর্ধেক হওয়া প্রয়োজন।
অর্থাৎ, $\text{দর্পণের দৈর্ঘ্য} = \frac{১}{২} \times \text{দর্শকের উচ্চতা}$
ব্যবহার: সাধারণত মানুষ নিজের চেহারা দেখতে সমতল দর্পণ ব্যবহার করে।

সরল পেরিস্কোপ

দুইটি সরল দর্পণের সাহায্যে আলোর প্রতিফলন ও ব্যতিচার নীতির উপর ভিত্তি করে পেরিস্কোপ তৈরি হয়। পেরিস্কোপে আয়নাগুলো ৪৫° কোণে সাজোনো থাকে।

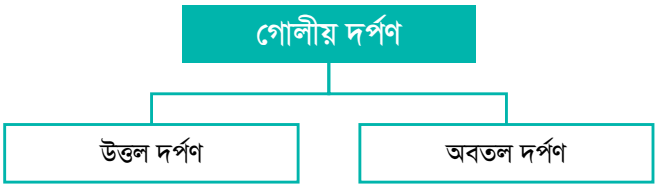


চিত্র: পেরিস্কোপের কার্যপ্রণালি

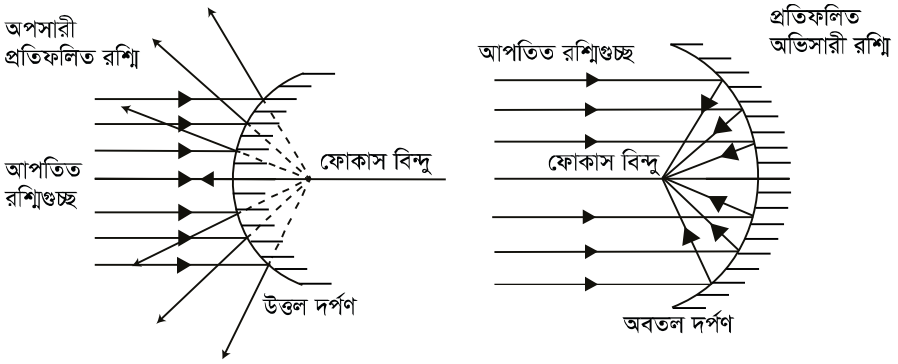
ব্যবহার:

- কোনো দূরের জিনিস সোজাসুজি দেখতে বাধা থাকলে এটি ব্যবহার করা হয়।
- ভিড় এড়িয়ে খেলা দেখা, শত্রু সৈন্যের গতিবিধি পর্যবেক্ষণ করতে এই যন্ত্র ব্যবহৃত হয়।
- ডুবোজাহাজ বা সাবমেরিনের নাবিকেরা পেরিস্কোপের সাহায্যে পানির নীচ থেকে উপরের দৃশ্য দেখে।

২। গোলীয় দর্পণ: যে দর্পণের পৃষ্ঠ কোনো গোলকের অংশ বিশেষ তাকে গোলীয় দর্পণ বলা হয়। গোলীয় দর্পণ ২ প্রকার হয়।



নাম	বৈশিষ্ট্য	ব্যবহার
ক. উত্তল দর্পণ	▪ যে গোলীয় দর্পণ কোনো গোলকের উপরিপৃষ্ঠে তৈরি করা হয় । ▪ এর উপর পতিত আলোক রশ্মিকে ছড়িয়ে দেয় অর্থাৎ রশ্মিগুলো অপসারি হয়।	▪ পিছনের যানবাহন বা পথচারী দেখার জন্য গাড়িতে। ▪ মোটর গাড়ির হেডলাইট হিসেবে। ▪ রাস্তার লাইটে প্রতিফলক হিসেবে।
খ. অবতল দর্পণ	▪ যে গোলীয় দর্পণ কোনো গোলকের ভিতরের পৃষ্ঠে তৈরি করা হয়। ▪ এর উপর পতিত আলোক রশ্মিকে এক বিন্দুতে মিলিয়ে দেয় অর্থাৎ রশ্মিগুলো অভিসারী হয়।	▪ বিবর্ধিত বিম্ব তৈরি করা যায় বলে রূপ চর্চা, দাঁড়ি কাঁটা, ডাক্তাররা চোখ, নাক, কান ও গলা পর্যবেক্ষণ করার সময়, ▪ নভো দূরবীক্ষণে। ▪ স্টিমারের সার্চ লাইটের প্রতিফলক হিসেবে।

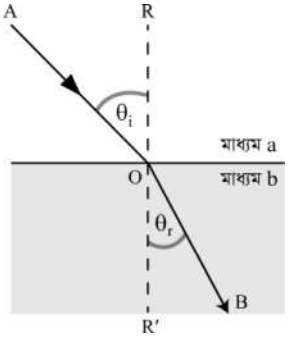


২(ঘ) আলোর প্রতিসরণ

আলোকরশ্মি এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে যাওয়ার সময় মাধ্যমদ্বয়ের বিভেদ তলে তীর্যকভাবে আপতিত আলোকরশ্মির দিক পরিবর্তন করার ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে।

প্রতিসরণাঙ্ক

আলোকরশ্মি যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তীর্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত যে ধ্রুব হয়, তাকে প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে। বিজ্ঞানী স্নেল এ সূত্রটি প্রদান করেন।



চিত্র: আলোর প্রতিসরণ

$$\text{এখানে, a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, } a^{\mu}b = \frac{\text{আপতন কোণের সাইন}}{\text{প্রতিসরণ কোণের সাইন}} = \frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r}$$

দুটি সমজাতীয় রাশির অনুপাত হওয়ায় প্রতিসরণাঙ্ক একটি একক বিহীন সংখ্যা মাত্র।

পরম প্রতিসরণাঙ্ক

কোনো নির্দিষ্ট রং এর আলো যখন শূন্য মাধ্যম থেকে কোন স্বচ্ছ মাধ্যমে তীর্যকভাবে প্রবেশ করে তখন আপতন কোণ ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাতকে উক্ত মাধ্যমটির পরম প্রতিসরণাঙ্ক (Absolute Refractive Index) বলে।
নিম্নে কিছু পদার্থের পরম প্রতিসরণাঙ্ক দেওয়া হলো:

মাধ্যম/ পদার্থ	পরম প্রতিসরণাঙ্ক
শূন্য মাধ্যম	1.00
বাতাস	1.00029
পানি	**1.33**
বরফ	**1.3087**
সাধারণ কাচ	1.52

মাধ্যম/ পদার্থ	পরম প্রতিসরণাঙ্ক
কেরোসিন	**1.44**
গ্লিসারিন	1.47
বেনজিন	1.50
হীরা	**2.42**

আলোর প্রতিসরণের কিছু উদাহরণ

- আলোর প্রতিসরণের জন্য পানির নিচে নৌকার বৈঠা বাঁকা দেখা যায়।
- বায়ুমণ্ডলীয় আলোর প্রতিসরণের জন্য সূর্যোদয়ের খানিকটা পূর্বে ও পরে সূর্যকে দেখা যায়।
- চাঁদ দিগন্তের কাছে অনেক বড় দেখায় আলোর প্রতিসরণের কারণে।
- আলোর প্রতিসরণের কারণেই রাতের আকাশে তারাগুলো ঝিকিমিকি করে বলে মনে হয়।

উত্তরণ Brief

প্রতিসরণাঙ্ক সম্পর্কে কয়েকটি জ্ঞাতব্য বিষয়

১. আলোকরশ্মি যে মাধ্যমে প্রবেশ করে প্রতিসরণাঙ্ক হয় সেই মাধ্যমের। আর যে মাধ্যম থেকে আসে প্রতিসরণাঙ্ক হয় সেই মাধ্যমের সাপেক্ষে।
২. প্রতিসরণাঙ্ক আপতন কোণের ওপর নির্ভর করে না, কেবল মাধ্যমদ্বয়ের প্রকৃতি ও আলোর রঙের ওপর নির্ভর করে। লাল রঙের আলোর জন্য নির্দিষ্ট মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কের মান সবচেয়ে কম এবং বেগুনি আলোর জন্য সবচেয়ে বেশি।

২(ঙ) সংকট কোণ (ক্রান্তি কোণ)

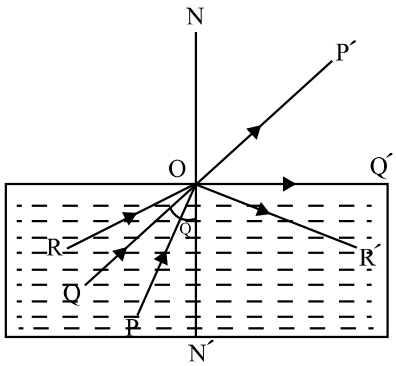
আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রতিসরিত হওয়ার সময় আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণের মান 90° হয় অর্থাৎ প্রতিসরিত রশ্মি বিভেদ তল ঘেঁষে চলে যায় তাকে হালকা মাধ্যমের সাপেক্ষে ঘন মাধ্যমের সংকট কোণ বা ক্রান্তিকোণ বা ইংরেজিতে **Critical Angle** বলে। ক্রান্তি কোণকে θ_c দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পানির সাপেক্ষে হীরকের ক্রান্তি কোণ 33° বলতে বোঝায় হীরক থেকে আলো পানিতে প্রতিসরিত হওয়ার সময় আপতন কোণ 33° হলে পানি বিভেদতল ঘেঁষে যাবে অর্থাৎ প্রতিসরণ কোণ 90° হবে।
বাতাসের সাপেক্ষে হীরকের সংকট কোণ বা ক্রান্তি কোণ 24.4°।

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন (Total Internal Reflection)

আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় মানের কোণে আপতিত হলে প্রতিসরণের পরিবর্তে আলোকরশ্মি সম্পূর্ণরূপে ঘন মাধ্যমের অভ্যন্তরে প্রতিফলনের সূত্রানুযায়ী প্রতিফলিত হয়। এই ঘটনাকে আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন বলে।

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্ত

১. আলোকরশ্মি কেবল ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে যাওয়ার সময় এটি ঘটে।
২. ঘন মাধ্যমে আপতন কোণ অবশ্যই এর মাধ্যম দুটির সংকট কোণের চেয়ে বড় হতে হবে।



চিত্র: পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ও সংকট কোণ

আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের কারণে:

- হীরক উজ্জ্বল দেখায়।
- পদ্ম পাতার উপর বৃষ্টির ফোঁটা পড়লে চকচক করে।
- গ্রীষ্মের প্রখর রৌদ্রে উত্তপ্ত পিচঢালা মসৃণ রাজপথকে বৃষ্টি পরবর্তী সময়ের মত ভেজা ও চকচকে মনে হয়।
- মরুভূমিতে মরীচিকার সৃষ্টি হয়।
- অপটিক্যাল ফাইবারের মধ্য দিয়ে আলোকরশ্মি ব্যবহার করে তথ্য আদান প্রদান করা যায়।

অপটিক্যাল ফাইবার

অপটিক্যাল ফাইবার হলো খুব সরু কাচতন্তু যা আলোক রশ্মি বহন করে এবং এর মধ্য দিয়ে তথ্য আদান প্রদান হয়। এটি-

- মানবদেহে ভেতরের কোন অংশের ছবি তুলতে ব্যবহৃত হয়। যেমন- কলোনস্কপি, এন্ডোস্কপি।
- টেলিকমিউনিকেশনের জন্য তথ্য আদান প্রদানে এ ফাইবার ব্যবহার করা হয়ে থাকে।
- সাবমেরিন ক্যাবলে ব্যবহার করা হয়।

অপটিক্যাল ফাইবার

৪.৩ লেন্স

দুটি গোলীয় বা একটি সমতল অথবা দুটি বেলনাকৃতি অথবা একটি বেলনাকৃতি ও একটি সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।

লেন্স প্রধানত দুই প্রকার। যথা : ১. উত্তল লেন্স বা অভিসারী লেন্স ২. অবতল লেন্স বা অপসারি লেন্স।

লেন্সের ক্ষমতার একক ডায়প্টার বা মিটার$^{-১}$।

$$\text{লেন্সের ক্ষমতা} = \frac{১}{\text{ফোকাস দূরত্ব(m)}}$$

$$P = \frac{1}{f(m)}$$

উদাহরণ: 50 cm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট উত্তল লেন্সের ক্ষমতা কত?

উত্তর: ফোকাস দূরত্ব f = 50 cm
= 0.5 m

$$p = \frac{1}{f}$$

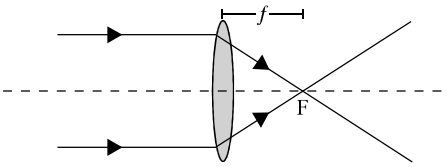
$$= \frac{1}{0.5} D$$

$$= 2 D$$

> নোট: উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব এবং ক্ষমতা ধনাত্মক। অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব এবং ক্ষমতা ঋণাত্মক।

১। উত্তল লেন্স

যে লেন্সের মধ্যভাগ মোটা ও প্রান্ত সরু তাকে উত্তল লেন্স বলে। উত্তল লেন্সে আলোকরশ্মি উত্তল পৃষ্ঠে আপতিত হয় বলে তাকে উত্তল লেন্স বলে। এ লেন্স সাধারণত এক গুচ্ছ সমান্তরাল আলোক রশ্মিকে অভিসারী করে অর্থাৎ এক বিন্দুতে মিলিত করে বলে তাকে অভিসারী লেন্সও বলা হয়।



চিত্র: উত্তল লেন্স

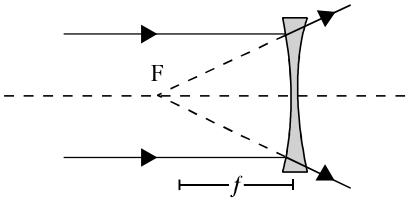
উত্তল লেন্সের ব্যবহার:

- আতশী কাচ হিসাবে এবং আগুন জ্বালানোর কাজে ব্যবহৃত হয়।
- চশমা, ক্যামেরা, বিবর্ধক কাচ, অণুবীক্ষণ যন্ত্র ইত্যাদি আলোক যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়।

উত্তল লেন্স তিন প্রকারের হয়ে থাকে। যথা: উভোত্তল বা দ্বি-উত্তল লেন্স, অবতল উত্তল বা অবতলোত্তল লেন্স, সমতল-উত্তল বা সমতলোত্তল লেন্স।

২। অবতল লেন্স

যে লেন্সের মধ্যভাগ সরু ও প্রান্তের দিক মোটা তাকে অবতল লেন্স বলে। অবতল লেন্সে আলোকরশ্মি অবতল পৃষ্ঠে আপতিত হয় বলে তাকে অবতল লেন্স বলে। এ লেন্স সাধারণত এক গুচ্ছ আলোক রশ্মিকে অপসারি করে অর্থাৎ চারদিকে ছড়িয়ে দেয়, এজন্য একে অপসারি লেন্সও বলা হয়।



চিত্র: অবতল লেন্স

অবতল লেন্সের ব্যবহার:

- প্রধানত চশমায় ব্যবহৃত হয়।
- গ্যালিলিওর দূরবীক্ষণ যন্ত্র এবং সিনোমাস্কোপ প্রজেক্টরে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়।

অবতল লেন্সকে তিন ভাগে ভাগ করা হয়। যথা: উভাবতল বা দ্বি-অবতল লেন্স, উত্তল-অবতল বা উত্তলাবতল লেন্স, সমতল অবতল বা সমতলাবতল লেন্স।

৪.৪ আলোক যন্ত্র

যেসব যন্ত্র বা বস্তু ব্যবহার করে কোনো দূরবর্তী বা ক্ষুদ্র বস্তুকে ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করা যায় সেসব বস্তুকে আলোক যন্ত্র বলে। যেমন: মানব চক্ষু, ক্যামেরা, অণুবীক্ষণ যন্ত্র, দূরবীক্ষণ যন্ত্র বা টেলিস্কোপ, বাইনোকুলার ইত্যাদি।

৪(ক) মানবচক্ষু

মানুষের চোখের গঠন এবং কার্যাবলি অনেকটা ক্যামেরার মতো।

- মানব চোখের লেন্সটি উভোত্তল বা দ্বি উত্তল।
- চোখের আলোক সংবেদী অংশের নাম রেটিনা। কোনো বস্তু হতে আলোকরশ্মি চোখের লেন্স দ্বারা প্রতিসরিত হয়ে রেটিনায় বিম্ব গঠন করে। রেটিনায় গঠিত বিম্বটি হয় সদ, উলটো ও খর্বিত। রেটিনা আলোক শক্তিকে তড়িৎসংকেতে পরিণত করে মস্তিষ্কে পাঠায়।
- মানুষের চোখে রেটিনা ও চক্ষুলেন্সের মধ্যবর্তী স্থান ভিট্রিয়াস হিউমার নামক জেলি জাতীয় পদার্থ দ্বারা পূর্ণ থাকে।

চিত্র: চোখের অভ্যন্তরীণ গঠন

- রেটিনাতে দুই ধরনের আলোক সংবেদী কোষ থাকে। যথা: রড (Rod) কোষ এবং কোণ (Cone) কোষ। রড কোষ অন্ধকারে এবং কোণ কোষ আলোতে দেখতে সহায়তা করে।
- প্যাঁচা দিনে দেখতে পায় না কিন্তু রাতে দেখতে পায় কারণ প্যাঁচার চোখের রেটিনাতে রড কোষ এর সংখ্যা বেশি কিন্তু কোণ কোষ এর সংখ্যা কম। রাতের বেলা বিড়াল ও কুকুরের চোখ জ্বলজ্বল করে, কারণ কুকুর ও বিড়ালের চোখে টেপেটাম নামক রঞ্জক কোষ থাকে।

বীক্ষণ কোণ

চোখে একটি বস্তু যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে বীক্ষণ কোণ বলে।

চোখের ত্রুটি

যদি চোখ স্বাভাবিকভাবে স্পষ্ট দেখতে না পায় অর্থাৎ স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম ও দূরতম দূরত্বের মধ্যে যদি চোখ স্পষ্ট দেখতে না পায় তবে চোখকে ত্রুটিপূর্ণ বলে ধরা হয়।

চোখের দৃষ্টির অনেক ধরনের ত্রুটি থাকলেও প্রধান দুটি ত্রুটি হচ্ছে; ১. হ্রস্ব দৃষ্টি বা মাইওপিয়া ২. দীর্ঘ দৃষ্টি বা হাইপারমেট্রোপিয়া

এছাড়াও আরো দুই ধরনের ত্রুটি রয়েছে। সেগুলো হলো: ক. বার্ধক্য দৃষ্টি বা চালশে খ. বিষম দৃষ্টি বা নকুলান্ধতা

ত্রুটি	ত্রুটির প্রভাব	চিকিৎসা
হ্রস্বদৃষ্টি বা মাইওপিয়া	দূরের জিনিস ভালো দেখে না কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায়	এ ত্রুটি দূর করতে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়।
দীর্ঘ দৃষ্টি বা হাইপারমেট্রোপিয়া	দূরের জিনিস ভালো দেখে কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায় না।	এ ত্রুটি দূর করতে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।
চালশে দৃষ্টি	এ ত্রুটিগ্রস্ত চোখ দূরের এবং কাছের উভয় অবস্থানের বস্তুকেই স্পষ্ট দেখতে সমস্যা হয়।	এ ত্রুটি দূর করার জন্য দ্বি-ফোকাস লেন্স ব্যবহার করা হয়।
বিষম দৃষ্টি বা নকুলান্ধতা	এ ত্রুটিগ্রস্ত চোখ একই অবস্থানে থাকা বিভিন্ন বস্তুকে সমান স্পষ্ট দেখতে পায় না।	এ ত্রুটি দূর করার জন্য টরিক লেন্স ব্যবহার করা হয়।

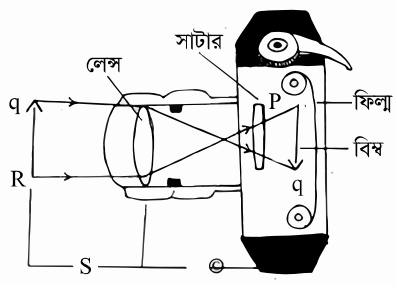
স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব ২৫ সে.মি.(শিশুদের ক্ষেত্রে ৫ সে.মি.) এবং দূরতম দূরত্ব অসীম। দর্শানানুভূতির স্থায়িত্বকাল $\frac{1}{10}$ সেকেন্ড বা 0.1 সেকেন্ড।

৪(খ) ক্যামেরা

উত্তল লেন্সের একদিকে দ্বিগুণ ফোকাস দূরত্বের চেয়ে বেশি দূরত্বে কোনো বস্তু রাখলে অপরদিকে বস্তুটির একটি বাস্তব, উলটো ও খর্বিত বিম্ব গঠিত হয়। এই তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে ক্যামেরা তৈরি করা হয়েছে।

শক্ত সেলুলয়েডের তৈরি পর্দা বা স্বচ্ছ কাচ ক্যামেরার ফিল্ম বা আলোকচিত্রগ্রাহী পাতের কাজ করে। এর উপর রুপা ও হ্যালোজেন যৌগের একটি আলোক সংবেদনশীল প্রলেপ থাকে। পর্দায় যে চিত্র হয় তাকে নেগেটিভ বলে।

নেগেটিভ থেকে প্রকৃত চিত্র পাওয়ার জন্য নেগেটিভের নিচে সিলভার হ্যালাইডের (যেমন: AgBr) প্রলেপ দেওয়া ফটোগ্রাফের কাগজ রেখে অল্প সময়ের জন্য নেগেটিভের উপর আলোক সম্পাত করা হয়। এরপর হাইপো($Na_2S_2O_3$) দ্রবণে ফটোগ্রাফের কাগজ ডুবিয়ে পরিষ্কার পানিতে ধুয়ে নিলে ফটোগ্রাফের কাগজের উপর বস্তুটির প্রকৃত চিত্র পাওয়া যায়।



চিত্র: আলোকচিত্রগ্রাহী ক্যামেরার গঠন

৪(গ) মাইক্রোস্কোপ বা অণুবীক্ষণ যন্ত্র

যে যন্ত্রের সাহায্যে চোখের নিকটবর্তী ক্ষুদ্র বস্তুকে বড় করে দেখা যায় তাকে অণুবীক্ষণ যন্ত্র বা মাইক্রোস্কোপ বলে। অণুবীক্ষণ যন্ত্র দুই ধরনের হয়। যথা: ১. সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র ২. জটিল বা যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র।

১. **সরল অণুবীক্ষণযন্ত্র:** যে সমস্ত লেখা, স্কেল বা ক্ষুদ্র বস্তু চোখে পরিষ্কার দেখা যায় না তা স্পষ্ট ও বড় করে দেখার জন্য স্বল্প ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়। উপযুক্ত ফ্রেমে আবদ্ধ এ উত্তল লেন্সকে বিবর্ধক কাচ বা পঠন কাচ বা সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র বলে। সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রে সোজা, বিবর্ধিত ও অসদ বিম্ব গঠিত হয়।

২. **জটিল বা যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র:** ১৬১০ সালে বিজ্ঞানী গ্যালিলিও যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কার করেন। এই যন্ত্রে দুইটি উত্তল লেন্স একটি ধাতব নলের দুই প্রান্তে একই অক্ষ বরাবর বসানো থাকে। লক্ষ্য বস্তুর কাছে যে লেন্স থাকে তাকে অভিলক্ষ্য বলে। এর ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ অপেক্ষাকৃত ছোট। অপর লেন্সটিকে অভিনেত্র(Eyepiece) বলে। অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ অপেক্ষাকৃত বড়। এই যন্ত্রের সাহায্যে অতি ক্ষুদ্র বস্তু বহু গুণে বর্ধিত করে দেখা যায়।

দূরবীক্ষণ যন্ত্র

যে যন্ত্রের সাহায্যে বহু দূরের বস্তু পরিষ্কারভাবে দেখা যায় তাকে দূরবীক্ষণ যন্ত্র বলে। আকাশ পর্যবেক্ষণের জন্য যে দূরবীক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে নভোবীক্ষণ বা নভো টেলিস্কোপ বলে। ১৬১১ সালে ডেনমার্কের বিখ্যাত জ্যোতির্বিদ জোহানেস কেপলার সর্বপ্রথম নভোবীক্ষণ যন্ত্র তৈরি করেন।

নমুনা প্রিলি প্রশ্ন

০১। নিচের কোনটি আলোর প্রাথমিক রং?
(ক) হলুদ (খ) কমলা (গ) বেগুনী (ঘ) লাল

০২। কোন বিজ্ঞানী পরীক্ষার মাধ্যমে ইথারের অস্তিত্বকে ভুল প্রমাণ করেন?
(ক) ইয়ং (খ) মাইকেলসন-মর্লি (গ) আইনস্টাইন (ঘ) গ্যালিলিও

০৩। কোন আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি?
(ক) বেগুনী (খ) লাল (গ) আসমানী (ঘ) কমলা

০৪। চাঁদ দিগন্তের কাছে বড় দেখায়, তার কারণ কী?
(ক) বায়ুমণ্ডলীয় প্রতিসরণ (খ) আলোর বিচ্ছুরণ (গ) আলোর অপবর্তন (ঘ) দৃষ্টিবিভ্রম

০৫। রংধনুতে কয়টি রং?
(ক) ৫টি (খ) ৬টি (গ) ৭টি (ঘ) ৮টি

০৬। কিসের মাধ্যমে আলোর বর্ণ নির্ধারিত হয়?
(ক) তাপমাত্রা (খ) বিস্তার (গ) তরঙ্গদৈর্ঘ্য (ঘ) বেগ

০৭। বিভিন্ন ধরনের বিকিরণগুলোর মধ্যে কোনটি থেকে আমরা তাপ পাই-
(ক) গামা রশ্মি (খ) রঞ্জন রশ্মি (গ) অতিবেগুনি রশ্মি (ঘ) অবলোহিত রশ্মি

০৮। গোধূলির কারণ কী?
(ক) প্রতিফলন (খ) প্রতিসরণ (গ) বিক্ষেপণ (ঘ) কোনটিই নয়

০৯। একজন লোকের উচ্চতা ৬ ফুট। লোকটি আয়নায় নিজের পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখতে চাইলে আয়নার দৈর্ঘ্য কমপক্ষে কত হতে হবে?
(ক) ২ ফুট (খ) ৩ ফুট (গ) ৪ ফুট (ঘ) ৬ ফুট

১০। চোখের সাথে মিল আছে কোনটির?
(ক) অণুবীক্ষণ যন্ত্র (খ) ক্যামেরা (গ) টেলিভিশন (ঘ) দূরবীক্ষণ যন্ত্র

১১। নিচের কোনটি চোখের একমাত্র আলোক সংবেদী অংশ?
(ক) পিউপিল (খ) আইরিশ (গ) রেটিনা (ঘ) অন্ধবিন্দু

১২। আমাদের দর্শানুভূতি কোন আলোতে সবচেয়ে বেশি?
(ক) লাল-কমলা (খ) বেগুনি-আকাশী (গ) হলুদ-সবুজ (ঘ) নীল-আসমানি

১৩। আলোক রশ্মিকে অভিসারী করে নিচের কোনটি?
(ক) উত্তল লেন্স (খ) অবতল লেন্স (গ) অবতল দর্পণ (ঘ) ক ও গ উভয়ই

১৪। কোন বর্ণের আলোর প্রতিসরণ সবচেয়ে বেশি?
(ক) বেগুনি (খ) সবুজ (গ) লাল (ঘ) নীল

১৫। নিচের কোন সমীকরণটি শুদ্ধ?
(ক) $h = p\lambda$ (খ) $P = h\lambda$ (গ) $P = hc$ (ঘ) $\lambda = \frac{hc}{\rho}$

১৬। মোটর গাড়ির হেডলাইটে কীরূপ দর্পণ ব্যবহার করা হয়-
(ক) উত্তল (খ) অবতল (গ) সমতল (ঘ) গোলীয়তল

১৭। সাদা আলো প্রিজমে বিচ্ছুরিত হয়ে যে কয়টি বর্ণে বিভক্ত হয়, তার সংখ্যা হলো-
(ক) সাতটি (খ) তিনটি (গ) পাঁচটি (ঘ) অসংখ্য

১৮। সূর্যাস্তের সময় আমরা সূর্যকে লাল দেখি কারণ লাল আলোর-
(ক) তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি (খ) প্রতিসরণ বেশি (গ) কম্পাঙ্ক বেশি (ঘ) তরঙ্গদৈর্ঘ্য কম

১৯। কোন রঙের আলোয় বিচ্যুতি সবচেয়ে কম?
(ক) বেগুনি (খ) লাল (গ) সবুজ (ঘ) কমলা

২০। মানুষের দর্শানানুভূতির স্থায়িত্বকাল?
(ক) 10.0 সেকেন্ড (খ) 1.5 সেকেন্ডে (গ) 0.01 সেকেন্ড (ঘ) 0.1 সেকেন্ড

২১। বর্ণালির প্রান্তীয় বর্ণ কী কী?
(ক) বেগুনি ও হলুদ (খ) লাল ও নীল (গ) বেগুনি ও লাল (ঘ) নীল ও সবুজ

২২। প্রিজমে আপতিত আলো সাধারণত-
(ক) প্রতিফলিত হয় (খ) বিক্ষেপিত হয় (গ) বিকরিত হয় (ঘ) প্রতিসরিত হয়

২৩। 'নকুলান্ধতা' এর চিকিৎসায় কোন ধরনের লেন্স ব্যবহার করা হয়?
(ক) অবতল লেন্স (খ) টরিক লেন্স (গ) উত্তল লেন্স (ঘ) দ্বি-ফোকাস লেন্স

২৪। বায়ুমণ্ডলের আয়োনোস্ফিয়ারে প্রতিফলিত হয় কোন তরঙ্গ?
(ক) বেতার তরঙ্গ (খ) মাইক্রোওয়েভ (গ) অবলোহিত বিকিরণ (ঘ) গামা রশ্মি

২৫। মরীচিকায় কোন ঘটনা ঘটে?
(ক) প্রতিসরণ (খ) পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন (গ) বিচ্ছুরণ (ঘ) আলোর পোলারায়ণ

২৬। চোখের কোন অঙ্গ আলোক শক্তিকে তড়িৎ সংকেতে পরিণত করে?
(ক) অ্যাকুয়াস হিউমার (খ) পিউপিল (গ) কর্নিয়া (ঘ) রেটিনা

২৭। গ্যালিলিও জটিল মাইক্রোস্কোপ আবিষ্কার করেন-
(ক) ১৬২০ সালে (খ) ১৬১১ সালে (গ) ১৬১৯ সালে (ঘ) ১৬১০ সালে

২৮। সমুদ্রকে নীল দেখানোর কারণ হলো আপতিত সূর্য রশ্মির-
(ক) বিক্ষেপণ (খ) প্রতিফলন (গ) প্রতিসরণ (ঘ) শোষণ

২৯। সুস্থ দৃষ্টি সম্পন্ন ব্যক্তি সর্বনিম্ন যে দূরত্ব পর্যন্ত বিনা শ্রান্তিতে স্পষ্ট দেখতে পায়-
(ক) 10 cm (খ) 15 cm (গ) 25 cm (ঘ) 20 cm

৩০। মৌলিক রং নয় কোনটি?
(ক) লাল (খ) সবুজ (গ) নীল (ঘ) হলুদ

৩১। অপটিক্যাল ফাইবারে আলোকীয় কোন ঘটনাটি ঘটে?
(ক) প্রতিসরণ (খ) বিচ্ছুরণ (গ) আবর্তন (ঘ) পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন

৩২। শূন্যমাধ্যমে আলোর বেগ কত?
(ক) ৩ × ১০^{৬} মি./সে. (খ) ৩ × ১০^{১০} মি./সে. (গ) ৩ × ১০^{৮} মি./সে. (ঘ) ৩ × ১০^{৮} সে.মি./সে.

৩৩। কোনটি দূরত্বের একক নয়?
(ক) সেন্টিমিটার (খ) মিটার (গ) ডাইঅপ্টার (ঘ) আলোক বর্ষ

৩৪। বিবর্ধক কাচ কোন ধরনের বিম্ব গঠন করে?
(ক) সোজা ও খর্বিত (খ) সোজা ও সমান আকারের (গ) উলটো ও বিবর্ধিত (ঘ) সোজা ও বিবর্ধিত

৩৫। আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব কে উদ্ভাবন করেন?
(ক) আইনস্টাইন (খ) ম্যাক্সপ্ল্যাঙ্ক (গ) ম্যাক্সওয়েল (ঘ) হাইগেন

৩৬। ফটো-তড়িৎ প্রক্রিয়া কোন তত্ত্বের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়?
(ক) তড়িৎ চৌম্বক তত্ত্ব (খ) তরঙ্গ তত্ত্ব (গ) কোয়ান্টাম তত্ত্ব (ঘ) কণা তত্ত্ব

৩৭। শূন্য মাধ্যমে আলোর পরম প্রতিসরণাঙ্ক কত?
(ক) ১.৩৩ (খ) ১.০০ (গ) ১.৫২ (ঘ) ১.৪৪

৩৮। নাক, কান ও গলার ভিতরের অংশ পর্যবেক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়-
(ক) সমতল দর্পণ (খ) অবতল দর্পণ (গ) উত্তল দর্পণ (ঘ) ক ও গ উভয় ধরনের দর্পণ

৩৯। কোন বিকিরণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম এবং শক্তি সবচেয়ে বেশি?
(ক) অতিবেগুনি রশ্মি (খ) এক্সরে (গ) ইনফ্রারেড রশ্মি (ঘ) গামা রশ্মি

৪০। সিটি স্ক্যান ও রেডিও থেরাপিতে কোন রশ্মি কাজে লাগানো হয়?
(ক) অবলোহিত (IR) রশ্মি (খ) এক্স-রশ্মি (গ) অতিবেগুনি (UV) রশ্মি (ঘ) গামা রশ্মি

৪১। রঙিন টেলিভিশন হতে ক্ষতিকারক কোন রশ্মি নির্গত হয়?
(ক) গামা রশ্মি (খ) রঞ্জন রশ্মি(x-ray) (গ) UV রশ্মি (ঘ) অবলোহিত রশ্মি

৪২। মহাজাগতিক রশ্মি আবিষ্কারের জন্য ১৯৩৬ সালে কাকে নোবেল পুরস্কার দেওয়া হয়?
(ক) স্টিফেন হকিং (খ) আইনস্টাইন (গ) ভিক্টর হেস (ঘ) কোনোটিই নয়

৪৩। হীরা আঁধারে চকচক করে কেন?
(ক) হীরাতে তেজস্ক্রিয়াতে পদার্থ বিদ্যমান থাকায় (খ) উচ্চ-প্রতিসরণাঙ্কের কারণে আলো প্রতিফলিত হয়
(গ) রেডিয়াম থাকার কারণে আলো বিচ্ছুরিত হয় (ঘ) হীরার ধর্ম আলো বিচ্ছুরিত করা

৪৪। হীরক উজ্জ্বল দেখায় কারণ-
(ক) হীরকের নিজস্ব আলো আছে (খ) আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হয়
(গ) হীরক আলোর প্রতিসরণ করে (ঘ) হীরক আলোর বিকিরণ করে

৪৫। লাল আলোতে গাছের সবুজ পাতা কালো দেখায় কেন?
(ক) সবুজ পাতা লাল আলো প্রতিফলিত করে (খ) সবজু পাতা দ্বারা লাল আলোর বিক্ষেপণ হয়
(গ) লাল আলো সবুজ পাতা দ্বারা শোষিত হয় (ঘ) লাল আলো সবুজ পাতা দ্বারা প্রতিসরিত হয়

উত্তরমালা

০১	ঘ	০২	খ	০৩	খ	০৪	ক	০৫	গ	০৬	গ	০৭	ঘ	০৮	গ	০৯	খ	১০	ঊ
১১	গ	১২	গ	১৩	ঘ	১৪	ক	১৫	ক	১৬	ক	১৭	ক	১৮	ক	১৯	খ	২০	ঘ
২১	গ	২২	ঊ	২৩	খ	২৪	ক	২৫	খ	২৬	ঊ	২৭	ঘ	২৮	ক	২৯	গ	৩০	ঘ
৩১	ঘ	৩২	গ	৩৩	গ	৩৪	ঘ	৩৫	ঘ	৩৬	গ	৩৭	খ	৩৮	খ	৩৯	ঘ	৪০	ঘ
৪১	খ	৪২	গ	৪৩	খ	৪৪	খ	৪৫	গ										

[বিশেষ দ্রষ্টব্য: সুপ্রিয় বিসিএস প্রার্থী, উত্তরমালায় কিছু প্রশ্নের উত্তর না দেয়া থাকলেও আমরা বিশ্বাস করি আপনারা পরিপূর্ণ আত্মবিশ্বাসের সাথেই সঠিক উত্তরে বৃত্ত ভরাট করতে পারবেন।]