वैज्ञानिक/इंजीनियर 'एससी' पद पर भर्ती के लिए लिखित परीक्षा का पाठ्यक्रम
SYLLABUS OF WRITTEN TEST FOR RECRUITMENT TO THE POST OF SCIENTIST/ENGINEER 'SC'
विज्ञापन सं.ADVERTISEMENT NO.: सैक SAC: 01:2026, Dated 23.01.2026
डोमेन: वायुमंडलीय विज्ञान और समुद्रविज्ञान
DOMAIN: ATMOSPHERIC SCIENCE AND OCEANOGRAPHY
पद कोड Post Code – 16

भौतिक मौसम विज्ञान

भौतिक मौसम विज्ञान

- **वायुमंडलीय संघटन और ऊर्ध्वाधर संरचना;** द्रवस्थैतिकी संतुलन, माप ऊंचाई
- **नम वायु उष्मागतिकी** : ह्रास दर, स्थायित्व, रुद्धोष्म प्रक्रियाएं, सीएपीई/सीआईएन
- **मेघ सूक्ष्मभौतिकी :** नाभिकन, संघनन/हिम प्रक्रियाएं, वर्षण निर्माण
- **विकिरण :** सौर/स्थलीय, रेडिएटिव ट्रांसफर बेसिक्स, ग्रीनहाउस प्रभाव, उष्मा दर
- **एरोसोल और वायु गुणवत्ता बेसिक :** स्त्रोत, प्रकाशिकी गुण, मेघ एवं जलवायु में भूमिका
- **सीमा परत बेसिक :** विक्षोभ,, सतह प्रवाह, व्युत्क्रम, मिश्रित परत

Physical Meteorology

- **Atmospheric composition & vertical structure**; hydrostatic balance, scale height
- **Thermodynamics of moist air**: lapse rates, stability, adiabatic processes, CAPE/CIN
- **Cloud microphysics**: nucleation, condensation/ice processes, precipitation formation
- **Radiation**: solar/terrestrial, radiative transfer basics, greenhouse effect, heating rates
- **Aerosols & air quality basics**: sources, optical properties, role in clouds and climate
- **Boundary layer basics**: turbulence, surface fluxes, inversion, mixed layer

गतिशील मौसम विज्ञान

- **बल और गति समीकरण :** दाब प्रवणता, कोरिओलिस, घर्षण; गति समीकरण
- **भूस्थैतिक/प्रवणता वायु** , तापीय वायु, वोर्टिसिटी और विचलन
- **बड़े पैमाने पर परिसंचरण :** हैडली/ फेरेल कोशिकाएं, जेट धाराएं, रॉस्बी तरंगें
- **बैरोट्रोपिक और बैरोक्लिनिक गतिकी :** अस्थिरता की अवधारणाएँ, चक्रवात विकास
- **फ्रंटोजेनेसिस और सिनॉप्टिक-स्केल सिस्टम** : मध्य-अक्षांश चक्रवात, मानसून गतिशीलता
- **वायुमंडलीय विकास के** निदान के लिए संभावित भंवर (पीवी)

Dynamical Meteorology

- **Forces and equations of motion**: pressure gradient, Coriolis, friction; momentum equations
- **Geostrophic/gradient wind**, thermal wind, vorticity and divergence
- **Large-scale circulation**: Hadley/Ferrel cells, jet streams, Rossby waves
- **Barotropic & baroclinic dynamics**: instability concepts, cyclone development
- **Frontogenesis and synoptic-scale systems**: mid-latitude cyclones, monsoon dynamics
- **Potential vorticity (PV) thinking** for diagnosing atmospheric evolution

संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान (एनडब्ल्यूपी)

- **मॉडल समीकरण और विवक्तीकरण :** सीमित अंतर/आयतन/वर्णक्रमीय विचार, स्थिरता (सीएफएल)
- **समय चरण और निस्पंदन ;** संख्यात्मक प्रसार और त्रुटि वृद्धि
- **मापदंडः** पीबीएल/ विक्षोभ, संवहन, सूक्ष्म भौतिकी, विकिरण, भूमि-सतह
- **प्रारंभिक और पार्श्व सीमा स्थितियां ;** नेस्टिंग और रीजनल मॉडल (जैसे, डब्ल्यूआरएफ)
- **सत्यापनः** पूर्वाग्रह, आरएमएसई, विसंगति सहसंबंध, ईटीएस; समूह/अनिश्चितता मूल विचार
- **व्यवहारिक कार्यप्रवाह :** मॉडल चलाना, पोस्ट-प्रोसेसिंग, पूर्वानुमान क्षेत्रों की व्याख्या करना

Numerical Weather Prediction (NWP)

- **Model equations & discretization**: finite difference/volume/spectral ideas, stability (CFL)
- **Time stepping and filtering**; numerical diffusion and error growth
- **Parameterizations**: PBL/turbulence, convection, microphysics, radiation, land-surface
- **Initialization and lateral boundary conditions**; nesting and regional models (e.g., WRF)
- **Verification**: bias, RMSE, anomaly correlation, ETS; ensemble/uncertainty basics
- **Practical workflows**: running a model, post-processing, interpreting forecast fields

उपग्रह मौसम विज्ञान

- **उपग्रह कक्षाएं और संवेदक :** जियो बनाम लियो; इमेजर बनाम साउंडर; स्कैन ज्यामिति
- **रेडियंस– बीटी अवधारणाएं;** प्लैंक फ़ंक्शन बेसिक; वर्णक्रमीय चैनल (आईआर/डब्ल्यूवी/विस)
- **पुनर्प्राप्ति सिद्धांतः** फॉरवर्ड मॉडल, व्युत्क्रम, भार कार्य, त्रुटि स्रोत
- **प्रमुख उपग्रह उत्पाद :** मेघ गुण, एसएसटी/एलएसटी, टीपीडब्ल्यू, वर्षा, हवाएं (एएमवीएस)

Satellite Meteorology

- **Satellite orbits & sensors**: GEO vs LEO; imagers vs sounders; scan geometry
- **Radiance–BT concepts**; Planck function basics; spectral channels (IR/WV/Vis)
- **Retrieval principles**: forward model, inversion, weighting functions, error sources
- **Key satellite products**: cloud properties, SST/LST, TPW, rainfall, winds (AMVs)

सुदूर संवेदन (वायुमंडल-केंद्रित)

- **आधारभूत विकिरणी अंतरण :** अवशोषण/प्रकीर्णन, उत्सर्जन, एसआरएफ अवधारणा
- **निष्क्रिय बनाम सक्रिय संवेदन :** आईआर/एमडब्ल्यू बनाम रडार/ लिडार ; प्रत्येक क्या मापता है और क्या सीमाएं हैं
- **पूर्व-प्रसंस्करण :** जियोलोकेशन, रीसैंपलिंग, क्लाउड मास्किंग, वायुमंडलीय सुधार
- **पुनर्प्राप्ति विधियां :** प्रतिगमन/एमएल बनाम भौतिक पुनर्प्राप्ति; अनिश्चितता परिमाणीकरण
- **डेटा संलयन :** बहु-संवेदक सिनर्जी (जैसे,एमडब्ल्यू+आईआर, जियो+लियो), पुनःविश्लेषण एकीकरण
- **अनुप्रयोग :** एरोसोल, अवक्षेपण, भूमि-वायुमंडल संपर्क, जलवायु रुझान

Remote Sensing (Atmosphere-focused)

- **Radiative transfer fundamentals**: absorption/scattering, emissivity, SRF concept
- **Passive vs active sensing**: IR/MW vs radar/lidar; what each measures and limitations
- **Pre-processing**: geolocation, resampling, cloud masking, atmospheric correction

- **Retrieval methods**: regression/ML vs physical retrievals; uncertainty quantification
- **Data fusion**: multi-sensor synergy (e.g., MW+IR, GEO+LEO), reanalysis integration
- **Applications**: aerosols, precipitation, land–atmosphere interaction, climate trends

जलवायु भौतिकी और गतिशीलता

- **पृथ्वी का ऊर्जा संतुलन :** सौर बल, एल्बिडो, ग्रीनहाउस प्रभाव, विकिरण संतुलन
- **जलवायु संदर्भ में विकिरण स्थानांतरण :** लघुतरंग/दीर्घतरंग, मेघ, जलवाष्प प्रतिक्रिया
- **वैश्विक परिसंचरण और उष्मा अंतरण :** हैडली सेल, जेट, स्टोर्म ट्रेक; एडीज़ की भूमिका
- **महासागर परिसंचरण के मुख्य तथ्य :** मिश्रित परत, थर्मोहेलिन परिसंचरण, ईएनएसओ और युग्मित मोड्स
- **जलवायु परिवर्तनशीलता :** अंतर-मौसमी (एमजेओ), अंतर-वार्षिक (ईएनएसओ/आईओडी), दशकीय संकेत
- **जलवायु प्रतिक्रिया और संवेदनशीलता** : अंतराल-दर, मेघ, आइस-अल्बिडो, कार्बन-चक्र युग्मन
- **जलवायु बल तंत्र :** जीएचजीएस, एरोसोल, भूमि-उपयोग परिवर्तन, ज्वालामुखी/सौर बल
- **जलवायु मॉडल :** जीसीएम संरचना, मापदंड, बायस सोर्स; परिदृश्य अनुरूपण
- **निदान और विशेषता:** रुझान, चरम, पहचान/विशेषता अवधारणाएँ, पुन: विश्लेषण का उपयोग
- **मानसून-जलवायु संबंध** (विशेष रूप से भारत के लिए): ड्राइवर, दूरसंचार, पूर्वानुमान की सीमाएं

Physics and Dynamics of Climate

- **Earth's energy balance**: solar forcing, albedo, greenhouse effect, radiative equilibrium
- **Radiative transfer in climate context**: shortwave/longwave, clouds, water vapour feedback
- **Global circulation & heat transport**: Hadley cell, jets, storm tracks; role of eddies
- **Ocean circulation basics**: mixed layer, thermohaline circulation, ENSO and coupled modes
- **Climate variability**: intraseasonal (MJO), interannual (ENSO/IOD), decadal signals
- **Climate feedbacks & sensitivity**: lapse-rate, cloud, ice–albedo, carbon-cycle coupling
- **Climate forcing mechanisms**: GHGs, aerosols, land-use change, volcanic/solar forcing
- **Climate models**: GCM structure, parameterizations, bias sources; scenario simulations
- **Diagnostics and attribution**: trends, extremes, detection/attribution concepts, reanalysis use
- **Monsoon–climate linkages** (especially for India): drivers, teleconnections, predictability limits

<u>समुद्र विज्ञान Oceanography</u>

- **भौतिक समुद्र विज्ञान Physical Oceanography**
  समुद्री जल के गुण (तापमान, लवणता, घनत्व); समुद्री जल की स्थिति का समीकरण; दबाव और संपीडन क्षमता; महासागरों का ऊष्मा बजट; समुद्र में प्रकाश का प्रवेश; समुद्री जल में ध्वनि प्रसार; जल द्रव्यमान (गठन और वर्गीकरण); महासागर की ऊर्ध्वाधर संरचना; मिश्रित परत, थर्मोक्लाइन, गहरा महासागर
  Properties of seawater (Temperature, salinity, density); Equation of state of seawater; Pressure and compressibility; Heat budget of oceans; Light penetration in ocean; Sound

propagation in seawater; Water masses (formation & classification); Vertical structure of ocean; Mixed layer, thermocline, deep ocean

- **गतिशील समुद्र विज्ञान Dynamical Oceanography**
  महासागर के पानी पर कार्य करने वाले बल (दबाव प्रवणता बल; कोरिओलिस बल; गुरुत्वाकर्षण और घर्षण); गति के समीकरण; भूस्थैतिक धाराएँ; प्रवणता धाराएँ; एकमान परिवहन और एकमान सर्पिल; वर्टिसिटी और परिसंचरण; रॉस्बी संख्या और स्केलिंग; सीमा परत गतिशीलता
  Forces acting on ocean water (Pressure gradient force; Coriolis force; Gravity and friction); Equations of motion; geostrophic currents; Gradient currents; Ekman transport & Ekman spiral; Vorticity and circulation; Rossby number & scaling; Boundary layer dynamics

- **समुद्री गतिकी Ocean Dynamics**
  सामान्य महासागर परिसंचरण; हवा-संचालित परिसंचरण; थर्मोहलाइन परिसंचरण; पश्चिमी सीमा धाराएँ; पूर्वी सीमा धाराएँ; अपवेलिंग और डाउनवेलिंग; महासागर गायर; जलवायु में महासागरों की भूमिका; महासागरों में ऊर्जा हस्तांतरण।
  General ocean circulation; Wind-driven circulation; Thermohaline circulation; Western boundary currents; Eastern boundary currents; Upwelling and downwelling; Ocean gyres; Role of oceans in climate; Energy transfer in oceans

- **वायु-समुद्र अंतःक्रिया Air–Sea Interaction**
  ऊष्मा विनिमय (संवेदनशील और अव्यक्त ऊष्मा प्रवाह); संवेग हस्तांतरण (हवा का तनाव); द्रव्यमान विनिमय (वाष्पीकरण और वर्षा); हवा द्वारा तरंगों का निर्माण; मानसून-समुद्र की परस्पर क्रिया; ईएनएसओ (अल नीनो-दक्षिणी दोलन); चक्रवात और समुद्र की प्रतिक्रिया; प्रतिक्रिया तंत्र (समुद्र ↔ वायुमंडल)
  Heat exchange (sensible & latent heat flux); Momentum transfer (wind stress); Mass exchange (evaporation & precipitation); Formation of waves by wind ; Monsoon–ocean interaction; ENSO (El Niño–Southern Oscillation); Cyclones and ocean response; Feedback mechanisms (ocean ↔ atmosphere)

- **समुद्री परिसंचरण Ocean Circulation**
  सतह परिसंचरण पैटर्न; गहरा महासागर परिसंचरण; थर्मोहलाइन परिसंचरण (वैश्विक कन्वेयर बेल्ट); प्रमुख महासागर धाराएँ (जैसे, गल्फ स्ट्रीम प्रकार की प्रणालियाँ); गायर (उपोष्णकटिबंधीय और उपध्रुवीय); परिसंचरण को प्रभावित करने वाले कारक (हवा, पृथ्वी के घूर्णन, घनत्व अंतर) मौसमी और क्षेत्रीय भिन्नताएँ; भारतीय महासागर में परिसंचरण
  Surface circulation patterns; Deep ocean circulation; Thermohaline circulation (global conveyor belt); Major ocean currents (e.g., Gulf Stream type systems); Gyres (subtropical & subpolar); Factors affecting circulation (Wind, Earth rotation, Density differences) Seasonal and regional variations; Circulation in Indian Ocean

- **उपग्रह समुद्र विज्ञान Satellite oceanography**
  उपग्रह समुद्र विज्ञान (सुदूर संवेदन के सिद्धांत, विद्युत चुम्बकीय विकिरण और महासागर संपर्क, उपग्रह प्रणाली और कक्षाएं, ध्रुवीय परिक्रमा उपग्रह, भूस्थैतिक उपग्रह); महासागर-अवलोकन संवेदक (रेडियोमीटर (आईआर और सूक्ष्मतरंग), स्कैटरोमीटर, अल्टीमीटर, सिंथेटिक एपर्चर रडार (सार।
  Introduction to satellite oceanography (Principles of remote sensing. Electromagnetic radiation and ocean interaction, Satellite systems and orbits, Polar orbiting satellite, Geostationary satellites); Ocean-observing sensors (Radiometers (IR & microwave), Scatterometers, Altimeters, Synthetic Aperture Radar (SAR).

भौतिकी Physics

- **गणितीय भौतिकी Mathematical Physics**
  विमिय विश्लेषण; सदिश बीजगणित और सदिश : रैखिक सदिश स्थान: आधार, ऑर्थोगोनैलिटी और पूर्णता; मैट्रिसेस; समानता परिवर्तन, विकर्णन, आइजेनवैल्यू और आइजेनवेक्टर; रैखिक विभेदक समीकरण: द्वितीय क्रम रैखिक विभेदक समीकरण और विशेष कार्यों को शामिल करने वाले समाधान; जटिल विश्लेषण: कॉची-रीमैन स्थितियां, कॉची प्रमेय, विलक्षणता, अवशेष प्रमेय और अनुप्रयोग; फूरियर श्रृंखला; फूरियर और लाप्लास परिवर्तन; टेंसर के बारे में प्राथमिक विचार: सहपरिवर्तन और विपरित टेंसर; प्राथमिक संभावना सिद्धांत, यादृच्छिक चर, द्विपद, पॉइसन और सामान्य वितरण, केंद्रीय सीमा प्रमेय।
  Dimensional Analysis; Vector algebra and Vector calculus: linear vector space: basis, orthogonality and completeness; matrices; similarity transformations, diagonalization, eigenvalues and eigenvectors; linear differential equations: second order linear differential equations and solutions involving special functions; complex analysis: Cauchy-Riemann conditions, Cauchy's theorem, singularities, residue theorem and applications; Fourier Series; Fourier and Laplace transforms; elementary ideas about tensors: covariant and contravariant tensors; Elementary probability theory, random variables, binomial, Poisson and normal distributions. Central limit theorem.
- **क्लासिकी यांत्रिकी Classical Mechanics**
  न्यूटन के नियम; लैग्रेंजियन सूत्रीकरण: डी'अलेम्बर्ट का सिद्धांत, यूलर-लैग्रेंज समीकरण, हैमिल्टन का सिद्धांत, विविधताओं का कलन; समरूपता और संरक्षण नियम; केंद्रीय बल गति: केप्लर समस्या और रदरफ़ोर्ड प्रकीर्णन; छोटे दोलन: युग्मित दोलन और सामान्य मोड; दृढ़ पिंड गतिकी: इंटरिया टेंसर, ऑर्थोगोनल परिवर्तन, यूलर कोण, एक सममित शीर्ष की टोर्क मुक्त गति; हैमिल्टनियन और हैमिल्टन के गति के समीकरण; लिउविल का प्रमेय; कैनोनिकल परिवर्तन: क्रिया-कोण चर, पॉइसन ब्रैकेट, हैमिल्टन-जैकोबी समीकरण। सापेक्षता का विशेष सिद्धांत: लोरेंट्ज़ परिवर्तन, सापेक्ष गतिविज्ञान, द्रव्यमान-ऊर्जा समतुल्यता।
  Newton’s laws; Lagrangian formulation: D'Alembert's principle, Euler-Lagrange equation, Hamilton's principle, calculus of variations; symmetry and conservation laws; central force motion: Kepler problem and Rutherford scattering; small oscillations: coupled oscillations and normal modes; rigid body dynamics: interia tensor, orthogonal transformations, Euler angles, Torque free motion of a symmetric top; Hamiltonian and Hamilton's equations of motion; Liouville's theorem; canonical transformations: action-angle variables, Poisson brackets, Hamilton-Jacobi equation. Special theory of relativity: Lorentz transformations, relativistic kinematics, mass-energy equivalence.
- **विद्युत चुम्बकीय सिद्धांत Electromagnetic Theory**
  विद्युतस्थैतिक और चुंबकस्थैतिक समस्याओं के समाधान, जिसमें बाउंड्री वैल्यू की समस्याएं शामिल हैं; प्रतिबिंब की विधियां; चर पृथक्करण; परावैद्युत और चालक; चुंबकीय सामग्री; मल्टीपोल विस्तार; मैक्सवेल समीकरण; सोपानी और सदिश संभाव्यता; कूलम्ब और लोरेंत्ज़ गेज; फ्री स्पेस में विद्युतचुम्बकीय तरंगें, कुचालक और चालक माध्यम; सामान्य और तिर्यक आपतन पर परावर्तन और संचारण; विद्युत चुम्बकीय तरंगों का ध्रुवण; पॉइंटिंग सदिश, पॉइंटिंग प्रमेय, विद्युतचुम्बकीय तरंगों की ऊर्जा और संवेग; चल चार्ज से विकिरण।
  Solutions of electrostatic and magnetostatic problems including boundary value problems; method of images; separation of variables; dielectrics and conductors; magnetic materials; multipole expansion; Maxwell's equations; scalar and vector potentials; Coulomb and Lorentz gauges; electromagnetic waves in free space, non-conducting and conducting media; reflection and transmission at normal and oblique incidences; polarization of electromagnetic waves; Poynting vector, Poynting theorem, energy and momentum of electromagnetic waves; radiation from a moving charge.

- **ऊष्मागतिकी और सांख्यिकीय भौतिकी Thermodynamics and Statistical Physics**
  उष्मागतिकी के नियम; मैक्रोस्टेट्स और माइक्रोस्टेट्स; चरण स्थान; समूह; विभाजन फलन, मुक्त ऊर्जा, उष्मागतिकी मात्राओं की गणना; क्लासिकी और क्वांटम सांख्यिकी; अपक्षयी फर्मि गैस; ब्लैक बॉडी विकिरण और प्लैंक का वितरण नियम; बोस-आइंस्टीन संघनन; प्रथम और द्वितीय क्रम चरण संक्रमण, चरण संतुलन, महत्वपूर्ण बिंदु।

  Laws of thermodynamics; macrostates and microstates; phase space; ensembles; partition function, free energy, calculation of thermodynamic quantities; classical and quantum statistics; degenerate Fermi gas; black body radiation and Planck's distribution law; Bose-Einstein condensation; first and second order phase transitions, phase equilibria, critical point.
- **परमाणु और आणविक भौतिकी Atomic and Molecular Physics**
  एक और कई इलेक्ट्रॉन परमाणुओं का स्पेक्ट्रा; स्पिन-ऑर्बिट इंटरैक्शन: एलएस और जेजे युग्मन; फाइन और हाइपरफाइन संरचनाएं; जीमेन और स्टार्क प्रभाव; इलेक्ट्रिक द्विध्रुवीय संक्रमण और चयन नियम; डायटॉमिक अणुओं के घूर्णी और कंपन स्पेक्ट्रा; डायटॉमिक अणुओं में इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण, फ्रैंक-कॉन्डन सिद्धांत; रमन प्रभाव; ईपीआर, एनएमआर, ईएसआर, एक्स-रे स्पेक्ट्रा; लेजर: आइंस्टीन गुणांक, जनगणना व्युतक्रमण, द्वि एवं त्रिस्तरीय प्रणाली।

  Spectra of one-and many-electron atoms; spin-orbit interaction: LS and jj couplings; fine and hyperfine structures; Zeeman and Stark effects; electric dipole transitions and selection rules; rotational and vibrational spectra of diatomic molecules; electronic transitions in diatomic molecules, Franck-Condon principle; Raman effect; EPR, NMR, ESR, X-ray spectra; lasers: Einstein coefficients, population inversion, two and three level systems.