

NON ESTRATTA
ET A 

Prova teorico-pratica A

Parte 1. Teorica

La/Il candidata/o sempre all'interno di questo Notebook, risponda alle seguenti quattro domande relative ai quattro argomenti di cui all'Art.7 comma 1 del Bando:

- 1) Tecniche di analisi dati e, in particolare, elaborazione di immagini**
- 2) Progettazione e sviluppo di software scientifico in Python.**
- 3) Gestione di codici in ambienti condivisi (es. Git, GitHub, GitLab).**
- 4) Revisione e definizione dei requisiti software in contesti collaborativi internazionali.**

Theoretical-Practical Test A

Part 1. Theoretical Section

The candidate, within this Notebook, should answer the following four questions related to the four topics listed in Article 7, Paragraph 1 of the Call for Applications:

- 1) Data analysis techniques, and in particular, image processing.**
- 2) Design and development of scientific software in Python.**
- 3) Management of code in shared environments (e.g., Git, GitHub, GitLab).**
- 4) Review and definition of software requirements in international collaborative contexts.**

Domanda 1)

Si consideri un'immagine rappresentata come un array bidimensionale affetto da rumore e dalla presenza di pixel anomali. Descrivere come stimare in modo robusto il fondo dell'immagine e la sua dispersione. Discutere vantaggi e svantaggi dell'uso della media, della mediana e di metodi robusti, quali ad esempio il sigma-clipping.

Question 1)

Risposta 1)

Domanda 2)

Si descriva come strutturare un progetto Python per l'analisi di dati scientifici in modo modulare, leggibile e riutilizzabile. In particolare, discutere l'organizzazione del codice (funzioni e moduli), la gestione degli input/output, l'uso di ambienti virtuali e le strategie per testare e validare il software.

Question 2)

Describe how to structure a Python project for scientific data analysis in a modular, readable, and reusable way. In particular, discuss code organization (functions and modules), input/output management, the use of virtual environments, and strategies for testing and validating the software.

Risposta 2)

Domanda 3)

Si consideri un progetto collaborativo in cui più sviluppatori lavorano contemporaneamente sullo stesso codice. Descrivere una strategia basata su Git per sviluppare nuove funzionalità senza interferire con il codice stabile, integrare le modifiche nel ramo principale e gestire eventuali conflitti durante il processo di merge.

Question 3)

Consider a collaborative project in which multiple developers work simultaneously on the same codebase. Describe a Git-based strategy for developing new features without interfering with the stable code, integrating changes into the main branch, and managing any conflicts that may arise during the merge process.

Risposta 3)

Domanda 4)

In un progetto scientifico distribuito, i requisiti software possono evolvere nel tempo. Descrivere come raccogliere, documentare e tracciare i requisiti, e come gestire modifiche successive garantendo coerenza tra specifiche e implementazione. Indicare strumenti e pratiche utili, quali sistemi di issue tracking, versionamento e revisione del codice.

Question 4)

In a distributed scientific project, software requirements may evolve over time. Describe how to collect, document, and track requirements, and how to manage subsequent changes while ensuring consistency between specifications and implementation. Indicate useful tools and practices, such as issue-tracking systems, version control, and code review processes.

Risposta 4)

Parte 2. Pratica

La/Il candidata/o sviluppi una routine in linguaggio Python in ambiente Jupyter Notebook, per l'analisi di un'immagine astronomica fornita dalla Commissione in formato FITS, denominata: image.fits

La routine dovrà essere sviluppata utilizzando esclusivamente librerie Python standard per l'analisi scientifica dei dati, quali numpy, matplotlib (dopo avere importato matplotlib si utilizzi il comando "%matplotlib inline" per la corretta visualizzazione delle immagini), astropy e photutils. Durante lo svolgimento della prova è consentito l'utilizzo delle funzionalità di documentazione integrate nell'ambiente di programmazione Python (docstring), accessibili localmente e senza necessità di connessione alla rete. In particolare, i candidati potranno consultare la documentazione delle funzioni e delle librerie disponibili mediante i comandi standard dell'ambiente Jupyter Notebook o del linguaggio Python (per esempio help(plt.imshow))

La/Il candidata/o dovrà:

- 1) leggere il file image.fits e visualizzarne le informazioni principali;
- 2) produrre una visualizzazione dell'immagine con una scala di contrasto adeguata;
- 3) definire una regione di sorgente e una o più regioni di fondo, motivando brevemente la scelta adottata;
- 4) stimare il livello di fondo cielo, ad esempio mediante media o mediana dei pixel selezionati;
- 5) calcolare il flusso lordo della regione di sorgente;
- 6) sottrarre il contributo del fondo e stimare il flusso netto della sorgente;
- 7) produrre una figura che mostri l'immagine con le regioni di sorgente e fondo sovrapposte;
- 8) salvare i risultati principali in un file di output;
- 9) commentare brevemente il metodo adottato, le assunzioni effettuate, i limiti della procedura e possibili miglioramenti.

La valutazione terrà conto della correttezza dell'approccio, della chiarezza del codice, della capacità di utilizzare Python per l'analisi di immagini astronomiche, della gestione del fondo cielo, della qualità della documentazione e della consapevolezza delle limitazioni del metodo implementato.

Part 2. Practical Section

The candidate shall develop a Python routine in a Jupyter Notebook environment for the analysis of an astronomical image provided by the Examination Committee in FITS format, named image.fits.

The routine must be developed using only standard Python libraries for scientific data analysis, such as NumPy, Matplotlib (after importing Matplotlib, use the command `%matplotlib inline` for proper image display), Astropy, and Photutils.

During the examination, candidates may use the documentation features integrated into the Python programming environment (docstrings), accessible locally and without requiring an internet connection. In particular, candidates may consult the documentation of available functions and libraries using the standard commands provided by Jupyter Notebook or the Python language (for example, `help(plt.imshow)`).

The candidate is required to:

- 1) read the file `image.fits` and display its main information;
- 2) produce a visualization of the image with an appropriate contrast scale;
- 3) define a source region and one or more background regions, briefly justifying the adopted choice;
- 4) estimate the sky background level, for example using the mean or median of the selected pixels;
- 5) calculate the gross flux of the source region;
- 6) subtract the background contribution and estimate the net source flux;
- 7) produce a figure showing the image with the source and background regions overlaid;
- 8) save the main results to an output file;
- 9) briefly discuss the adopted method, the assumptions made, the limitations of the procedure, and possible improvements.

The evaluation will take into account the correctness of the approach, the clarity of the code, the ability to use Python for astronomical image analysis, the handling of the sky background, the quality of the documentation, and the awareness of the limitations of the implemented method.

In []:

1