

## COMPITO 1

**Svolgere il seguente tema utilizzando al massimo 4 pagine:**

Inquadrare dal punto di vista teorico e/o sperimentale un argomento di ambito fisico di interesse attuale, esponendolo in modo comprensibile anche a un fisico non specialista del settore.

**Write the following essay using up to 4 pages:**

Illustrate, from a theoretical and/or experimental perspective, a topic of current interest in physics, in such a way to be understandable by a physicist non expert in the field.

**Si risponda a due fra i seguenti quesiti utilizzando al massimo 1 pagina per ciascun quesito, riportando all'inizio dello svolgimento il titolo del quesito svolto:**

- Si discuta dal punto di vista teorico e/o sperimentale un fenomeno in cui sia rilevante il concetto di particelle identiche.
- Metodi sperimentali per lo studio della radiazione elettromagnetica (in sistemi atomici, nucleari o subnucleari).
- L'invarianza di gauge: si descriva brevemente il suo significato e le sue conseguenze.
- Descrivere un fenomeno fisico dove sono importanti gli effetti di coerenza.
- Descrivere un fenomeno fisico che causa lo spostamento in frequenza di una riga spettrale.
- Descrivere una tecnica di misura di distanza di sorgenti astrofisiche.
- Leggi di conservazione in Fisica ed evidenze della loro violazione.
- Discutere un metodo di misura di una delle costanti fondamentali della Fisica.

**Answer two of the following questions, using up to 1 page per question. Please mention the title of the question at the beginning.**

- Illustrate an example where the concept of identical particles plays a relevant role from a theoretical or experimental perspective.
- Experimental methods for the study of electromagnetic radiation (in atomic, nuclear or subnuclear systems).
- Gauge invariance: briefly describe its meaning and its consequences.
- Describe a physical phenomenon where coherence effects are important.
- Describe a physical phenomenon that causes a frequency shift of a spectral line.
- Describe a technique to measure the distance of astrophysical sources.
- Conservation laws in Physics and signatures of their violations.
- Discuss a method for the measurement of a fundamental constant of Physics.

## COMPITO 2

**Svolgere il seguente tema utilizzando al massimo 4 pagine:**

Proporre un progetto di ricerca che affronti una tematica aperta in fisica, motivando il suo interesse e la metodologia proposta, in modo comprensibile anche a un fisico non specialista del settore.

**Write the following essay using up to 4 pages:**

Propose a research project that addresses an open topic in physics, explaining its relevance and the proposed methodology, in such a way to be understandable by a physicist non expert in the field.

**Si risponda a due fra i seguenti quesiti utilizzando al massimo 1 pagina per ciascun quesito, riportando all'inizio dello svolgimento il titolo del quesito svolto:**

- Il principio di esclusione di Pauli e le sue conseguenze: illustrate un esempio in cui gioca un ruolo importante.
- Descrivere una tecnica di misura di risonanze o righe spettrali.
- Si discuta in un esempio le caratteristiche e le conseguenze del fenomeno di Higgs.
- Descrivere un processo di interazione radiazione/materia in una regione a scelta dello spettro elettromagnetico.
- Descrivere una strategia per l'aumento del rapporto segnale/rumore in una misura fisica.
- Descrivere un fenomeno fisico in cui sia coinvolto il processo di scattering.
- Descrivere un sistema fisico in cui la gravità gioca un ruolo determinante.
- L'interferenza in fisica classica o quantistica: descrivere un esempio o un'applicazione.

**Answer two of the following questions, using up to 1 page per question. Please mention the title of the question at the beginning.**

- Pauli exclusion principle and its consequences: illustrate an example where it plays an important role.
- Describe a technique to measure resonances or spectral lines.
- Discuss the features and the consequences of the Higgs phenomenon in an explicit example.
- Describe a process of radiation/matter interaction in a region of the electromagnetic spectrum of your choice.
- Describe a strategy to increase the signal-to-noise ratio in a physical measurement.
- Describe a physical phenomenon where the scattering process is involved.
- Describe a physical system where gravity plays a crucial role.
- Interference in classical or quantum physics: describe an example or an application.

### COMPITO 3

**Svolgere il seguente tema utilizzando al massimo 4 pagine:**

Si descriva, in modo comprensibile anche a un fisico non specialista del settore, una problematica aperta della fisica teorica e/o sperimentale, discutendone lo stato attuale e possibili metodi per affrontarla.

**Write the following essay using up to 4 pages:**

Describe an open problem of theoretical and/or experimental physics, in such a way to be understandable by a physicist non expert in the field, discussing its state of the art and possible methods to address it.

**Si risponda a due fra i seguenti quesiti utilizzando al massimo 1 pagina per ciascun quesito, riportando all'inizio dello svolgimento il titolo del quesito svolto:**

- Descrivere un esempio di sistema fisico che può essere rappresentato da un gas di Fermi o di Bose.
- Tecniche di rivelazione delle particelle ionizzanti.
- Discutere un principio di simmetria (esatto o approssimato) o nei suoi aspetti teorici o nelle sue conseguenze sperimentali, evidenziando la relazione tra simmetrie e quantità conservate.
- Descrivere uno o più fenomeni che causano l'allargamento delle righe spettrali di un sistema fisico.
- Descrivere un fenomeno fisico che metta in evidenza l'esistenza dei fotoni.
- In molti casi le equazioni della Fisica non possono essere risolte esattamente e il loro studio richiede l'utilizzo di metodi numerici o di approssimazione. Il candidato discuta un esempio a sua scelta.
- Discutere il ruolo delle nonlinearità in un processo fisico a scelta.
- Si illustri dal punto di vista teorico o sperimentale un fenomeno in cui sia rilevante il principio di equivalenza di Einstein.

**Answer two of the following questions, using up to 1 page per question. Please mention the title of the question at the beginning.**

- Describe an example of a physical system that can be described by a Fermi or a Bose gas.
- Techniques for the detection of ionizing particles.
- Discuss an exact or approximate symmetry in its theoretical aspects or in its experimental consequences, underlining the relation between symmetries and conserved quantities.
- Describe one or more processes that cause broadening of spectral lines in a physical system.
- Describe a physical phenomenon that demonstrates the existence of photons.
- In many cases the equations describing a physical phenomenon cannot be exactly solved and one has to employ numerical or approximation techniques. Discuss an explicit example.
- Discuss the role of nonlinearities in a physical process of your choice.
- Illustrate, from a theoretical or experimental point of view, a phenomenon where Einstein's equivalence principle is relevant