

---

**Concorso pubblico anno accademico 2022/2023 per l'accesso al  
Corso di dottorato in FISICA IN CONVENZIONE CON L'ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE  
(INFN) "FISICA01"**

(bandito con decreto rettorale prot. n.91051 dell'8 luglio 2022, rep. n.1193/2022 e successive modifiche e integrazioni)

---

**TESTO PROVA SCRITTA (italiano)**

I candidati devono svolgere entrambi i temi proposti di seguito avendo a disposizione un tempo totale pari a tre ore.

**TEMA 1:** Si descriva, in un massimo di 3 facciate foglio protocollo, una linea di ricerca attuale e come tale linea può svilupparsi in un progetto di ricerca. La commissione valuterà la conoscenza degli argomenti trattati, l'aderenza al tema, il livello di approfondimento, la capacità di sintesi e la chiarezza espositiva.

Il candidato è tenuto a specificare un titolo per il suo elaborato che chiarisca l'argomento scelto.

**TEMA 2:** Si descriva in modo quantitativo (incluse eventualmente formule, modelli matematici, ordini di grandezza delle quantità in gioco, stime numeriche) un fenomeno comunemente osservabile o si discutano le possibili soluzioni tecnologiche a un problema della vita di tutti i giorni attraverso le leggi della fisica, in un massimo di 2 facciate di foglio protocollo.

Il fenomeno/problema può essere scelto tra quelli sotto-elencati o proposto liberamente dal candidato. Il candidato deve specificare un titolo per il suo elaborato che chiarisca l'argomento trattato.

La commissione in fase di valutazione terrà conto sia della correttezza e completezza di quanto esposto, sia della complessità e originalità del tema svolto.

Elenco di possibili fenomeni/problemi:

1. Come funziona il ghiaccio spray?
2. Come fa un bambino a "dondolarsi" da solo su un'altalena senza toccare il terreno?
3. Perché vengono costruite linee elettriche ad alta tensione? Quali sono i benefici economici?
4. Come funziona un ecografo e che informazione aggiunge un eco-doppler? Oppure come funziona un altro strumento utilizzato in medicina?
5. Come rimbalza un pallone da basket che sta anche ruotando? E come si deforma?
6. Perché un palloncino è più difficile da gonfiare all'inizio? Cosa succede se dati due palloncini identici, uno più gonfio e uno meno gonfio, collego con un tubo le loro due aperture?
7. Come costruireste una porta logica AND o una porta OR con dei transistor?

174 182

8. Modellizzare le frequenza con cui "suona" un bicchiere quando si striscia il dito o quando lo si colpisce con una posata.
9. Come si potrebbe accumulare l'energia fotovoltaica prodotta in eccesso da un'abitazione in estate per utilizzarla in inverno? Si discutano possibili accumuli termodinamici, inerziali, elettromagnetici e si stimino le energie e potenze specifiche che si possono ottenere.
10. Che forma assumono i fili aerei di una linea elettrica/telefonica? Come si può ottenere una linea quasi perfettamente rettilinea (ad esempio necessaria per il pantografo di un treno).
11. Si discuta l'equilibrio idrostatico di una tavola da surf (fondo piatto) e/o di imbarcazioni con profilo semicircolare, anche in funzione del punto in cui si sposta l'equipaggio.
12. Come funziona la ricarica "wireless" dello spazzolino elettrico o del cellulare? Quali fenomeni di dispersione vanno considerati?
13. Quali sono i vantaggi di un sistema di riscaldamento a Pompa di Calore rispetto a un sistema a gas?
14. Come funzionano i misuratori di distanze a laser? O più in generale come si possono misurare distanze di oggetti (anche astronomici)?
15. Come funziona un altoparlante?
16. Perché le moto si piegano in curva e/o come mai si riesce a stare in equilibrio sulla bicicletta?
17. Come funziona una bottiglia termica con intercapedine a vuoto? Per quanto rimane caldo il caffè?
18. Spiegare il legame tra apertura e profondità di campo in fotografia.
19. Quanto deve essere forte il vento per sollevare una tegola del tetto o un telo da mare sulla spiaggia?
20. Che differenze ci sono tra una lampadina ad incandescenza ed una lampadina a led? Perché non si usano più quelle a incandescenza?
21. Si discutano i vari colori che può assumere il cielo.
22. Perché si forma l'arcobaleno e come è fatto? Come mai a volte è presente anche un secondo arcobaleno, chiamato "secondario"?
23. Una bolla di sapone illuminata da luce bianca mostra delle "bande" colorate, come mai?
24. Spiegare come si formano i miraggi sulle strade nelle calde giornate estive.
25. Si descriva un fenomeno osservabile fuori da un laboratorio e spiegabile con l'effetto tunnel.
26. Perché il cielo notturno non è uniformemente illuminato?
27. Si descriva una tecnica utilizzata in una qualunque disciplina sportiva che sfrutti i principi della meccanica classica per migliorare le prestazioni dell'atleta.
28. Si discuta un fenomeno fisiologico o patologico descrivibile con i modelli della meccanica classica.
29. Si discuta un fenomeno oscillatorio osservabile nella vita di tutti i giorni, per esempio il funzionamento di uno strumento musicale.

## TESTO PROVA SCRITTA (inglese)

Candidates must carry out both the proposed essays below having a total time of three hours available.

**Essay 1:** Describe, in 3 pages, a current research line and how this line can develop into a research project. The PHD board will evaluate the knowledge of the topics covered, the adherence to the PHD subject, the level of detail, the ability to synthesize and the clarity of presentation. The candidate is required to specify a title for his essay that clarifies the chosen topic.

**Essay 2:** Describe in a quantitative way (possibly including formulas, mathematical models, orders of magnitude of the quantities involved, numerical estimates) a commonly observable phenomenon or discuss the possible technological solutions to a problem of everyday life through laws of physics, in a maximum of 2 pages.

The phenomenon / problem can be chosen from those listed below or freely proposed by the candidate. The candidate must specify a title for his essay that clarifies the subject. During the evaluation of the essay, the PHD board will take into account both the correctness and completeness of the above, and the complexity and originality of the topic.

List of possible phenomena / problems:

1. How does an ice-spray work?
2. How can a child swing themselves on a swing without touching the ground?
3. Why do power lines use high voltages? What are the economic advantages?
4. How does an ultrasound machine work and what information does a doppler-ultrasound machine add? As an alternative, choose another medical tool and explain its functioning.
5. How does a spinning basketball bounce? And how does it affect its shape?
6. Why is filling a balloon much harder initially? What happens if two identical balloons, one more inflated and the other less inflated, are connected using a tube?
7. How would you build an AND gate or an OR gate with transistors?
8. Model the frequency with which a glass rings when you swipe your finger or hit it with a piece of cutlery.
9. How could the photovoltaic energy produced in excess by a home in the summer be stored to be used in the winter? Discuss possible thermodynamic, inertial, and electromagnetic accumulators and estimate their specific energies and powers.
10. What shape do suspended electrical wires/telephone lines take? How can you get an almost perfectly straight line (for example, necessary for the pantograph of a train)?
11. Discuss the hydrostatic balance of a surfboard (flat bottom) and/or boat with a semicircular hull, also depending on where the crew is located.
12. How does the "wireless" charging of an electric toothbrush or mobile phone work? What phenomena of dispersion should be considered?

13. What are the advantages of a heat pump heating system over a gas system?
14. How do lasers are used to measure distances? Or, more generally, how can distances of objects (including astronomical ones) be measured?
15. How does a speaker work?
16. Why do motorcycles bend when cornering and/or why is it possible to keep balance on the bicycle?
17. How does a thermal bottle with a vacuum jacket work? How long does the coffee stay hot?
18. Explain the link between aperture and field depth in photography
19. How strong does the wind have to be to lift a roof tile or a towel on the beach?
20. What are the differences between an incandescent light bulb and a led light bulb? Why are the incandescent ones no longer used?
21. Discuss the different colors that the sky can assume.
22. Why does a rainbow develop, and how is it made? Why, under specific conditions, does a secondary rainbow form?
23. A soap bubble illuminated by white light shows colored "stripes": why?
24. Explain how mirages are formed on the roads on hot summer days.
25. Describe a phenomenon observable outside a laboratory and explained by the tunnel effect.
26. Why is the night sky not uniformly illuminated?
27. Describe a technique used in any sport that exploits the principles of classical mechanics to improve the athlete's performance.
28. Discuss a physiological or pathological phenomenon that can be described with the models of classical mechanics.
29. Discuss an oscillatory phenomenon observable in everyday life, for example, the functioning of a musical instrument.

IL PRESIDENTE

Davide Ciampini

IL SEGRETARIO

Agostino Ricchi