



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI PER L'ASSUNZIONE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO DELL'INFN DI UNA UNITA' DI PERSONALE A TEMPO DETERMINATO CON PROFILO DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE

BANDO LNGS/C6/21496

Prima prova scritta – Testo B

1. **Si descrivano principi di funzionamento e caratteristiche tecniche di un cerca-fughe ad elio.**
2. **Si descrivano i principi di funzionamento di diversi tipi di vacuometro indicandone potenzialità e limiti.**
3. **Si descrivano una o piu' tecniche per la purificazione dello Xenon.**
4. **Si traduca il seguente brano dall'Inglese:**

*Maintenance of the internal calibrated leak*

In the case of intensive use of the detector, a spare internal calibrated leak is recommended. If this is not possible, the detector can still be used and calibrated using an external calibrated leak.

Replacement

Tools/Spare parts:

- 5 mm Allen key supplied in the maintenance kit
- Internal calibrated leak
- Disconnect the temperature sensor from the calibrated leak. Never separate the temperature sensor from the calibrated leak.
- Loosen the 3 fixing screws from the cleats.
- Replace the leak.
- Refit the cleats and tighten the 3 fixing screws.
- Connect the temperature sensor.
- Update the settings of the internal calibrated leak (see Spectro Section of the Operating instructions).

Most calibrated leaks can be used for many years even though the tracer gas is permanently escaping (the leak rate is very low compared with the amount of tracer gas contained in the reservoir: annual loss is indicated on the calibrated leak identification label).

However, to guarantee the reliability of the test, we recommend that you regularly recalibrate (2 years maximum) every leak with reservoir to check its leak rate: this applies to both internal and external calibrated leaks.



em  
A  
WELK



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI PER L'ASSUNZIONE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO DELL'INFN DI UNA UNITA' DI PERSONALE A TEMPO DETERMINATO CON PROFILO DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE

BANDO LNGS/C6/21496

Prima prova scritta – Testo A

1. **Si descrivano i principi di funzionamento di almeno 3 diversi tipi di pompe da vuoto indicandone potenzialità e limiti.**
2. **Si descriva il funzionamento del Pulse Tube Refrigerator (PTR) o Pulse Tube cryocooler.**
3. **Si descrivano i principi di funzionamento di una colonna per la distillazione dello Xenon.**
4. **Si traduca il seguente brano dall'Inglese:**

*Decommissioning*

Extended Immobilization

Storage after use

1. Stop the pump according to the pump shut-down procedure.
2. Drain the external silencer.
3. Disconnect the pump from the installation.
4. Seal the pump inlet, exhaust and purge ports with included accessories.
5. Store the pump in a clean, dry, non-polluted area for a maximum of 6 month according to the storage temperatures

Extended storage beyond 6 months after use

Run the pump regularly because factors such as temperature, degree of humidity, salt air, etc. may cause the deterioration of the pump components.

1. Let the pump run for 30 minutes with gas ballast opened or while injecting a dry neutral gas into the pump.
2. Let the pump run for 30 minutes at ultimate pressure (inlet, gas ballast and purge ports closed).
3. Stop the pump.
4. Drain the external silencer.
5. Seal the pump inlet, exhaust and purge ports with included accessories.
6. Repeat this at least every 6 months.

Beyond 2 years, the pump must be revised before commissioning. Return the pump to the service center



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

codice fiscale 84001850589

INFN Laboratori Nazionali del Gran Sasso - Via G. Acitelli, 22 - 67100 Assergi L'Aquila (Italia)

tel. +39 0862 437230 - fax. +39 0862 437218 - <https://www.lngs.infn.it/>

DM  
F  
WENC



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI PER L'ASSUNZIONE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO DELL'INFN DI UNA UNITA' DI PERSONALE A TEMPO DETERMINATO CON PROFILO DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE

BANDO LNGS/C6/21496

Prima prova scritta – Testo C

1. **Si descrivano principi di funzionamento e caratteristiche tecniche di un analizzatore di gas residuo (RGA).**
2. **Elencare i tipi di pompe da vuoto che si conoscono, e descriverne brevemente il funzionamento.**
3. **Si descrivano le tecniche utilizzate nella purificazione di gas criogenici quali Argon o Xenon.**
4. **Si traduca il seguente brano dall'Inglese:**

*Safety Information*

- a) Conforming utilization also includes the strict adherence to the manufacturer's installation, start-up, operating and maintenance instructions.
- b) The instrument may only be operated and maintained by skilled and instructed personnel. The personnel must be informed in particular on potential hazards.
- c) The responsibility for commissioning, operating and maintenance work must be clearly defined and strictly adhered to so that the competencies are clearly defined under the aspect of safety.
- d) The owner shall ensure that only trained persons work on the instrument.
- e) The equipment may not be operated in any way that impairs the safety of the users and the instrument.
- f) The user may not at his own discretion make any changes of modifications that impair the safety of the instrument. In any case they are made entirely at his own risk.
- k) Protective devices may only be removed when the instrument is switched off and disconnected from the power source.
- l) After maintenance or repair work it is important to check that all protective devices have been installed and that they function correctly. Only then may the instrument be put back into service.
- n) Products returned to the factory for maintenance or repair should if at all possible be free of harmful substances (e.g. radioactive, toxic, caustic or microbiological). Otherwise the type of contamination has to be declared. Products that are not clearly declared as "free of harmful substances" are decontaminated at the expense of the customer.



all  
A  
WENK  
M



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI PER L'ASSUNZIONE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO DELL'INFN DI UNA UNITA' DI PERSONALE A TEMPO DETERMINATO CON PROFILO DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE

BANDO LNGS/C6/21496

Seconda prova scritta – Testo B

Per ciascuna domanda il candidato risponda inserendo la lettera corrispondente alla risposta ritenuta corretta tra **a, b, c**, nel relativo riquadro della colonna "RISPOSTA".

	DOMANDA	a	b	c	RISPOSTA
1	Densità del $N_2$ in condizioni standard	1,2506 kg/m <sup>3</sup>	1,784 kg/m <sup>3</sup>	5,9 kg/m <sup>3</sup>	
2	Un contenitore aperto, contenente azoto liquido e certificato per questo utilizzo è posizionato in un locale chiuso. Qual è il principale rischio che si corre?	Asfissia	Esplosione del contenitore	Collasso del contenitore	
3	Un tubo criogenico superisolato si gela sulla superficie esterna durante il trasferimento di azoto liquido. Cosa fare?	Ridurre velocità di flusso di azoto liquido	Aumentare la pressione dell'azoto liquido in ingresso	Scaldare il tubo e verificare il vuoto nell'intercapedine	
4	Unità di misura per quantificare una fuga da vuoto	l/s	mbar l/s	mbar	
5	La misura di quale tipo di vacuometro è indipendente dal tipo di gas residuo	Pirani	Penning	Capacitivo	
6	Il flusso di gas può essere molecolare se	$P < 10^{-2} Pa$	$P > 10^5 Pa$	$P < 10^{-1} Pa$	
7	In regime di flusso molecolare la conduttanza di un tubo a sezione circolare lungo con diametro $d$ è proporzionale a	$d^4$	$d^3$	$d^{1/2}$	
8	Per un gas in regime viscoso la conduttanza di un tubo a sezione circolare lungo con diametro $d$ è proporzionale a	$d^4$	$d^3$	$d^2$	
9	In quale di questi tre casi si può dire che il gas è viscoso?	$P < 10^{-1} Pa$	$P > 10^3 Pa$	$P < 10^2 Pa$	
10	Il flusso di gas può essere turbolento se	$P < 10^{-1} Pa$	$P > 10^3 Pa$	$P < 10^2 Pa$	



Handwritten signatures and initials: CM, A, J, and others.



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

	DOMANDA	a	b	c	RISPOSTA
11	Punto di ebollizione dell'He a pressione standard	4.2K	155K	87.3K	
12	Punto di ebollizione dell'Ar a pressione standard	4.2K	155K	87.3K	
13	Punto di ebollizione di Xe a pressione standard	4.2 K	165 K	77.3 K	
14	Punto di ebollizione di N <sub>2</sub> a pressione standard	4.2 K	165 K	77.3 K	
15	Un sistema costituito da una pompa primaria ed una turbo-molecolare di portata media e' collegato ad un volume attraverso un tubo flessibile di lunghezza 2 m e diametro 12 mm. Nonostante il volume sia di pochi litri la pressione non scende al di sotto di $< 10^{-4}$ mbar dopo 24 ore. Quale sarebbe il primo intervento da fare per migliorare il vuoto?	Raddoppiare la portata cambiando sistema di pompe	Fare un back-out del volume a vuoto	Aumentare il diametro e se possibile diminuire la lunghezza del tubo flessibile	
16	Densita' dell'Ar a 273K	1,2506 kg/m <sup>3</sup>	1,784 kg/m <sup>3</sup>	5,9 kg/m <sup>3</sup>	
17	In un sistema da vuoto si raggiunge una pressione $< 10^{-6}$ mbar. Quale gas ci si aspetta che prevalga nel volume sotto vuoto?	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	
18	Quale dipendenza dalla temperatura ha la legge (Stefan-Boltzman) che descrive la potenza emessa per m <sup>2</sup> da una superficie speculare che contiene un volume sotto vuoto ed emette energia per irraggiamento	$W = \sigma T$	$W = \sigma T^3$	$W = \sigma T^4$	
19	Tensione di vapor saturo dell'acqua a 25°C	~ 2 bar	~ 20 mbar	~ 200 mbar	
20	1 bar corrisponde a:	100 Pa	100000 Pa	1325 Pa	



EM  
  
  
 next



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI PER L'ASSUNZIONE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO DELL'INFN DI UNA UNITA' DI PERSONALE A TEMPO DETERMINATO CON PROFILO DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE

BANDO LNGS/C6/21496

Seconda prova scritta – Testo A

Per ciascuna domanda il candidato risponda inserendo la lettera corrispondente alla risposta ritenuta corretta tra **a, b, c**, nel relativo riquadro della colonna "RISPOSTA".

	DOMANDA	a	b	c	RISPOSTA
1	1 Torr corrisponde a:	133 Pa	0.75 bar	$132 \cdot 10^{-2}$ mbar	
2	In un sistema da vuoto si raggiunge una pressione $< 10^{-6}$ mbar. Quale gas ci si aspetta che prevalga nel volume sotto vuoto?	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
3	Punto di ebollizione di N <sub>2</sub> a pressione standard	-153,22°C	-185,8°C	-195,8°C	
4	Unita' di misura per quantificare una fuga da vuoto	l/s	mbar l/s	mbar/s	
5	La misura di quale tipo di vacuometro e' indipendente dal tipo di gas residuo	Pirani	Penning	Capacitivo	
6	Il flusso di gas puo' essere molecolare se	$P > 10^{-1}$ Pa	$P > 10^5$ Pa	$P < 10^{-1}$ Pa	
7	In regime di flusso molecolare la conduttanza di un tubo a sezione circolare lungo con diametro d e' proporzionale a	$d^4$	$d^3$	$d^2$	
8	Per un gas in regime viscoso la conduttanza di un tubo a sezione circolare lungo con diametro d e' proporzionale a	$d^4$	$d^3$	$d^{1/2}$	
9	In quale di questi tre casi si puo' dire che il gas e' viscoso ?	$P < 10^{-1}$ Pa	$P > 10^3$ Pa	$P < 10^2$ Pa	
10	Il flusso di gas puo' essere turbolento se	$P < 10^{-1}$ Pa	$P > 10^3$ Pa	$P < 10^2$ Pa	



em  
AF  
17  
MELIC



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

	DOMANDA	a	b	c	RISPOSTA
11	Qual e' il rapporto dell'emissione per irraggiamento tra una superficie alla temperatura di 10K ed una a 100K	100	1000	10000	
12	Cosa si intende per vita media degli elettroni in una TPC (Time Projection Chamber) a gas o liquidi	il tempo medio in cui un elettrone si trasforma in un fotone	il tempo medio in cui un elettrone si sposta di 1 mm	il tempo medio in cui l'elettrone viene catturato con probabilita' del 64%	
13	Quale dei seguenti metodi viene utilizzato comunemente per portare l'He liquido a temperature inferiori al punto di ebollizione	lo si mette a contatto con una sorgente la cui temperatura sia inferiore al punto di ebollizione del He	si aumenta il volume in cui e' contenuto	si abbassa la pressione sopra la superficie del liquido	
14	Punto di ebollizione dell'He a pressione standard	4.2K	165K	87.3K	
15	Punto di ebollizione dell'Ar a pressione standard	4.2K	165K	87.3K	
16	Un sistema costituito da una pompa primaria ed una turbo-molecolare di portata media e' collegato ad un volume attraverso un tubo flessibile di lunghezza 2 m e diametro 12 mm. Nonostante il volume sia di pochi litri la pressione non scende al di sotto di $< 10^{-4}$ mbar dopo 24 ore. Quale sarebbe il primo intervento da fare per migliorare il vuoto?	Raddoppiare la portata cambiando sistema di pompe	Cambiare le guarnizioni	Aumentare il diametro e diminuire la lunghezza del tubo flessibile	
17	Punto di ebollizione di Kr a pressione standard	-153,2°C	-185,8°C	-83,7°C	
18	Il peso atomico dello Xe	99	131	173	
19	Punto di ebollizione di Xe a pressione standard	-108°C	-195°C	-83,7°C	
20	Densita' dello Xe a 273K	1,2506 kg/m <sup>3</sup>	1,784 kg/m <sup>3</sup>	5,9 kg/m <sup>3</sup>	



codice fiscale 84001850589

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
INFN Laboratori Nazionali del Gran Sasso - Via G. Acitelli, 22 - 67100 Assergi L'Aquila (Italia)

tel. +39 0862 437230 - fax. +39 0862 437218 - <https://www.lngs.infn.it/>

WENK  
EM A JN



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI PER L'ASSUNZIONE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO DELL'INFN DI UNA UNITA' DI PERSONALE A TEMPO DETERMINATO CON PROFILO DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE

BANDO LNGS/C6/21496

Seconda prova scritta – Testo C

Per ciascuna domanda il candidato risponda inserendo la lettera corrispondente alla risposta ritenuta corretta tra **a, b, c**, nel relativo riquadro della colonna "RISPOSTA".

	DOMANDA	a	b	c	RISPOSTA
1	1 bar corrisponde a:	100 Pa	100000 Pa	10 <sup>6</sup> Pa	
2	Punto di ebollizione di Kr a pressione standard	-153,22°C	-185,8°C	-195,8°C	
3	Punto di ebollizione di N <sub>2</sub> a pressione standard	153 K	185 K	77.33 K	
4	Unita' di misura per quantificare una fuga da vuoto	l/s	mbar l/s	mbar/l	
5	La misura di quale tipo di vacuometro e' indipendente dal tipo di gas residuo	Pirani	Penning	Capacitivo	
6	Dopo alcuni anni di utilizzo un dewar di azoto liquido inizia a congelarsi sulla superficie esterna. Cosa fare?	Scaldare il dewar e verificare il vuoto nell'intercapedine	Ridurre il livello di azoto liquido	Ridurre la pressione di azoto liquido	
7	In regime di flusso molecolare la conduttanza di un tubo a sezione circolare lungo con diametro d e' proporzionale a	d <sup>5</sup>	d <sup>3</sup>	d <sup>2</sup>	
8	Per un gas in regime viscoso la conduttanza di un tubo a sezione circolare lungo con diametro d e' proporzionale a	d <sup>4</sup>	d <sup>5</sup>	d <sup>2</sup>	
9	In quale di questi tre casi si puo' dire che il gas e' viscoso ?	$P < 10^{-1} Pa$	$P > 10^3 Pa$	$P < 10^2 Pa$	
10	Il flusso di gas puo' essere turbolento se	$P < 10^{-1} Pa$	$P > 10^3 Pa$	$P < 10^2 Pa$	



codice fiscale 84001850589

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INFN Laboratori Nazionali del Gran Sasso - Via G. Acitelli, 22 - 67100 Assergi L'Aquila (Italia)

tel. +39 0862 437230 - fax. +39 0862 437218 - <https://www.lngs.infn.it/>

*Handwritten signatures and initials:*  
 [Signature] [Signature] [Signature]





Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

	DOMANDA	a	b	c	RISPOSTA
11	Quale dipendenza dalla temperatura ha la legge (Stefan-Boltzman) che descrive la potenza emessa per m <sup>2</sup> da una superficie speculare che contiene un volume sotto vuoto ed emette energia per irraggiamento	$W = \sigma T^2$	$W = \sigma T^3$	$W = \sigma T^4$	
12	Tensione di vapor saturo dell'acqua a 25°C	~ 2 mbar	~ 20 mbar	~ 200 mbar	
13	Densita' del N <sub>2</sub> in condizioni standard	1,2506 kg/m <sup>3</sup>	1,784 kg/m <sup>3</sup>	5,9 kg/m <sup>3</sup>	
14	Quale dei seguenti metodi viene utilizzato comunemente per portare l'He liquido a temperature inferiori al punto di ebollizione	lo si mette a contatto con una sorgente la cui temperatura sia inferiore al punto di ebollizione del He	si aumenta il volume in cui e' contenuto	si abbassa la pressione sopra la superficie del liquido	
15	Quale tecnica per la misura del vuoto permette di coprire un campo di vuoto da 10 <sup>-2</sup> a 10 <sup>-10</sup> mbar	Vacuometro capacitivo	Vacuometro ionizzazione a filamento caldo	Penning	
16	Punto di ebollizione dell'He a pressione standard	-108.0 °C	-185.8 °C	-268.9 °C	
17	Punto di ebollizione dell'Ar a pressione standard	-108.0 °C	-185.8 °C	-268.9 °C	
18	Punto di ebollizione di Xe a pressione standard	-108.0 °C	-185.8 °C	-268.9 °C	
19	In un sistema da vuoto si raggiunge una pressione < 10 <sup>-6</sup> mbar. Quale gas ci si aspetta che prevalga nel volume sotto vuoto?	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	
20	Un sistema costituito da una pompa primaria ed una turbo-molecolare di portata media e' collegato ad un volume attraverso un tubo flessibile di lunghezza 2 m e diametro 12 mm. Nonostante il volume sia di pochi litri la pressione non scende al di sotto di < 10 <sup>-4</sup> mbar dopo 24 ore. Quale sarebbe il primo intervento da fare per migliorare il vuoto?	Cambiare le guarnizioni	Fare un back-out del volume a vuoto	Aumentare il diametro e se possibile diminuire la lunghezza del tubo flessibile	



Handwritten signatures and initials: EM, WENK, and another signature.