Corso di vuoto avanzato

Obiettivi
Rendere disponibili e trasferire conoscenze di base e avanzate sulla tecnologia del vuoto e ultravuoto, sul dimensionamento dei sistemi e la relativa diagnostica.

Destinatari
Tecnici, tecnologi e ricercatori che impiegano il vuoto nella loro attività. Dato il livello del corso, si consiglia un'esperienza di base nella materia.

Date
25 – 28 febbraio 2019.

N. partecipanti
25 unità

Responsabile:
Paolo Michelato

Segreteria organizzativa:
Giorgio Fornasier – tel. 02 50319566
giorgio.fornasier@mi.infn.it

Docenti:
Paolo Michelato, Daniele Sertore, Marco Statera - INFN LASA
Sven Lederer - DESY
Roberto Kerservan - CERN

Streaming:
Sì ☐ No ☒

Sede:
LASA, Laboratorio Acceleratori e Superconduttività Applicata, via Fratelli Cervi 201, 20090

PROGRAMMA

Lunedì 25 febbraio, inizio corso alle 11:00

1) **Introduzione**
   a) Pressione, leggi dei gas, cammino libero medio, portata, regimi flusso, etc.
   b) Il calcolo delle conduttanze: vari esempi con formule analitiche, programmi di calcolo, modello elettrico, etc.
   c) L'equazione del pompaggio: la velocità di pompaggio, i tempi di svuotamento.
      - La velocità di pompaggio effettiva
      - Valutazione e metodi di calcolo dei tempi di pompaggio.

2) **Analisi delle caratteristiche delle pompe le pompe primarie**
   a) Le pompe primarie.
      - Pompe a bagno olio
      - Pompe a secco: scroll, membrana, multiroots, etc
      - Le pompe roots.
   b) Vantaggi, svantaggi, caratteristiche particolari.
   c) I pompaggi umidi.

3) **Introduzione alle sorgenti di gas in alto vuoto**
   a) La pressione di vapore e l'evaporazione

Martedì 26 febbraio

4) **Le sorgenti di gas in alto vuoto**
   b) La pressione di vapore e l'evaporazione
   c) La "thermal desorption" e i tipi di desorbimento
   d) Il tempo di soggiorno
   e) Il degasaggio: tabelle per vari materiali e diverse condizioni

5) **I sistemi di pompaggio per alto vuoto**
   a) Le pompe secondarie per alto vuoto: loro principio di funzionamento, caratteristiche operative.
      - Pompe a diffusione di vapori di olio.
      - Pompe turbomolecolari. Le pompe turbo tradizionali e ibride.
      - Pompe criogeniche.
        i. Descrizione e principi di funzionamento.
        ii. Le isoterme di assorbimento.
        iii. Condensazione, crioassorbimento.
        iv. Parametri operativi.
   b) Schemi tipici e dimensionamento di sistemi di pompaggio con pompe per alto vuoto.

6) **L'ultravuoto**
   a) Le sorgenti di gas
   b) Le pompe per UHV
      - Pompe ioniche Sublimatori
      - Sublimatori di Ti
      - Pompe NEG e sistemi accoppiati NEG/ionica.
      - Analisi comparativa delle pompe per ultravuoto

7) **La misura della pressione totale**
   a) Misura diretta della pressione.
      - Bourdon, membrana, piezoelettrici, capacitivi.
   b) Misura indiretta della pressione.
      - Misuratori Pirani, Penning, Inverted magnetron, Bayard-Alpert, Extractor gauge, Spinning rotor e misuratori "wide range"
   c) Revisione critica dei misuratori più utilizzati per la misura della pressione totale.

8) **Misura delle pressioni parziali: l'analisi dei gas residui in alto vuoto e in ultravuoto.**
   a) Lo spettrometro di massa come diagnostica dei sistemi da vuoto.
   b) Tipi di spettrometri di massa: quadrupolo, trappola ionica.
      - Principi di funzionamenti e caratteristiche (sensibilità, range massa, velocità misura).
   c) L'interpretazione degli spettri di massa.
      - Ionizzazione, frammentazione, isotopi.
      - Esempi di analisi. Librerie e database di spettri.

9) **Attività sperimentale sul sistema di pompaggio dotato di vari tipi di pompe, misuratore e spettrometro di massa.**

10) **Discussione aperta su problematiche suggerite dai corsisti**

Mercoledì 27 febbraio

11) **Continuazione dell'attività sperimentale sul sistema di pompaggio dotato di vari tipi di pompe, misuratore e spettrometro di massa.**

12) **Raggiungere l'alto vuoto e ultravuoto**
   a) Processi di pulizia dei materiali e delle camere a vuoto
      - Azioni preventive durante la lavorazione meccanica.
      - Le tecniche di pulizia dei vari materiali. Tecniche a base acquosa/detergente. Tecniche a base solventi organici.
      - Specifiche di vari laboratori.
      - La compatibilità dei trattamenti con i materiali.
   b) Metodi alternativi per eliminare / ridurre la contaminazione da idrocarburi. Le sorgenti di gas: evaporazione, desorbimenti, diffusione, permeazione, fughe reali e virtuali.
      - Il tasso di degassamento dei materiali, controllo e riduzione del degasaggio.
      - Il bake out. Il vacuum firing. I trattamenti a pressione atmosferica. Il bombardamento con elettroni e fotoni. Glow discharge.
      - La scelta dei materiali per la costruzione dei sistemi da vuoto.
      - La scelta della tecnologia di giunzione tra le parti. Saldatura, brasatura. Tabelle di compatibilità di giunzione di componenti.
      - Specifiche dei vari laboratori
      - Analisi del comportamento di metalli, elastomeri, ceramiche, etc.
      - La misura del degasaggio.
   c) **Dimensionamento di un sistema da vuoto**
      - Esempi di calcolo del carico di gas proveniente dai materiali presenti nel sistema da vuoto.
      - Valutazione dell'andamento della pressione in funzione del tempo.
      - Programmi commerciali di calcolo.

- Esempi di grandi camere da vuoto.
- Diagnostica in un sistema da vuoto: risalita pressione, analisi gas residui.

13) La ricerca delle perdite

a) I metodi non impieganti il cercafughe a elio: analisi comparativa, sensibilità, tempo di misura, costo, ecc.
   - Le tecniche empiriche (bolle, schiuma, etc.).
   - Il metodo della variazione di pressione.
   - Il metodo che sfrutta la differente probabilità di ionizzazione dei gas.
   - Altri metodi non impieganti il cercafughe a elio.

b) Lo spettrometro di massa magnetico per elio. Principio di funzionamento.
   - Architettura dei sistemi cercafughe: misura a flusso diretto e in "contro flusso".
   - Taratura e calibrazione.
   - Connessione del cercafughe all'impianto: sensibilità e tempi di risposta.
   - Controllo della contaminazione da idrocarburi prodotta dai sistemi di ricerca delle perdite.

c) La normativa relativa alla ricerca delle perdite.

d) Lo spettrometro di massa quadrupolare RGA, Residual Gas analyzer, per la ricerca delle perdite.

14) Attività sperimentale sul gruppo di pompaggio con spettrometro di massa

15) Ricerca delle perdite: attività sperimentale

16) Discussione aperta su problematiche suggerite dai corsisti

17) Bibliografia e letteratura

Giovedì 28 febbraio
Giornata tematica con due argomenti avanzati

18) Riassunto dei concetti generali illustrati nel corso

19) Il calcolo delle conduttanze. Metodi di calcolo, uso de programma Molflow.
(Roberto Kerservan CERN) (circa 3 ore)

20) Clean vacuum: the European XFEL experience.
(Sven Lederer, DESY)