

BANDO N. TI/LNL/C6/27914 - allegato n. 1a al III verbale della Commissione esaminatrice

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI CUI AL BANDO N. TI/LNL/C6/27914 PER UN POSTO CON IL PROFILO PROFESSIONALE DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE CON CONTRATTO DI LAVORO A TEMPO INDETERMINATO PER ATTIVITÀ DI PRODUZIONE DI BERSAGLI PER ESPERIMENTI DI FISICA NUCLEARE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO, CON ESPERIENZA NELLE TECNICHE DI PRODUZIONE MEDIANTE LAMINAZIONE E PVD.

## BUSTA 1

### Quesito a)

Si descriva un impianto di deposizione PVD munito di e-beam e il set up sperimentale per ottenere una deposizione uniforme su un backing circolare.

Una caratterizzazione post evaporazione con e-beam rivela una non uniformità del coating. Al centro del deposito lo spessore è corrispondente a quello fornito dalla QCM, mentre sui bordi si ha una diminuzione tra il 20 e il 30%.

Si descrivano le cause e le azioni correttive per portare l'uniformità globale dello spessore  $\leq 10\%$

### Quesito b)

Si supponga di voler produrre film autosupportanti di carbonio di spessore pari a 20 microgrammi/cm<sup>2</sup> tramite evaporazione su un'area di 15x15 mm<sup>2</sup>.

Descriva quale procedura adotterebbe per ottenere il bersaglio richiesto, avendo cura di descrivere le fasi principali, i materiali necessari, i punti critici, i controlli di qualità e le precauzioni operative.

### Quesito c)

Per la produzione di <sup>89</sup>Zr si deve realizzare un target di <sup>89</sup>Y. Per ottimizzare la resistenza termica del bersaglio, i ricercatori chiedono di realizzare un bilayer <sup>89</sup>Y/Nb, con Nb come backing plate. Descrivere come si potrebbe realizzare questo bersaglio (diametro circa 20 mm, spessore <sup>89</sup>Y 200 micrometri, spessore Nb 1 mm) partendo da "foils" acquistati dal fornitore, assicurando una adesione ottimale tra i due materiali.

### Quesito d)

The laboratory provides support to the user community with the preparation of isotopically enriched targets for nuclear physics experiments at the accelerator complex and, occasionally, for activities carried out in external laboratories, but involving local research groups.

### Quesito e)

Si illustrino esempi di applicativi del pacchetto "Office" di Microsoft, descrivendo le funzioni principali di ciascuno.



BANDO N. TI/LNL/C6/27914 - allegato n.1b al III verbale della Commissione esaminatrice

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI CUI AL BANDO N. TI/LNL/C6/27914 PER UN POSTO CON IL PROFILO PROFESSIONALE DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE CON CONTRATTO DI LAVORO A TEMPO INDETERMINATO PER ATTIVITÀ DI PRODUZIONE DI BERSAGLI PER ESPERIMENTI DI FISICA NUCLEARE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO, CON ESPERIENZA NELLE TECNICHE DI PRODUZIONE MEDIANTE LAMINAZIONE E PVD.

## BUSTA 2

### Quesito a)

E' necessario acquistare una macchina per la deposizione PVD munita di sorgente evaporante e-beam.

Si descriva l'opportuna impiantistica.

Si vuole depositare un film metallico su un substrato utilizzando un cannone elettronico come sorgente evaporante. Una volta raggiunta una buona pressione di base nella camera di deposizione si inizia a riscaldare con il fascio elettronico il materiale da evaporare. Da una lettura dei parametri operativi e osservando visivamente attraverso l'oblò della camera da vuoto si nota che:

- (a) la pressione in camera sale rapidamente di 1-2 ordini di grandezza;
- (b) il *rate* letto dalla QCM è instabile (picchi e cali);
- (c) dopo qualche minuto, sul substrato compaiono difetti tipo puntinatura/particelle.

Descrivere cosa fare nei primi 5 minuti per mettere in sicurezza il *run*, poi fare un elenco ragionato delle cause più probabili e dei test/azioni correttive per arrivare a una deposizione stabile e pulita.

### Quesito b)

Un utente del servizio bersagli richiede la produzione di film autosupportanti di  $^{48}\text{Ca}$  di spessore pari a 500 microgrammi/cm<sup>2</sup> con area di circa 15x15 mm<sup>2</sup>. Il materiale di partenza è una polvere di  $^{48}\text{CaCO}_3$ . Quale potrebbe essere una procedura possibile avendo a disposizione le facility standard di un laboratorio per bersagli? (forno, evaporatore, glove box, laminatoio, bilancia analitica).

### Quesito c)

Per la produzione di bersagli in carburo di Titanio ad alta densità da usare presso l'acceleratore SPES, si parte da una miscela di TiO<sub>2</sub> e grafite che viene scaldata fino a 1500°C in alto vuoto per diverse ore (riduzione carbotermica). I ricercatori chiedono di realizzare una pastiglia da 13 mm di diametro e 2 mm di spessore di polveri compatte da sottoporre al trattamento. Quale metodo si può adottare, quali sono le accortezze tecniche da applicare in relazione a attrezzature e materiali necessari e quali sono i parametri da controllare per garantire una buona riuscita del processo?

### Quesito d)

The laboratory also made thin C depositions on different samples for interdisciplinary activities.

Targets and thin films, with thicknesses ranging from few tens of mg/cm<sup>2</sup> to several mg/cm<sup>2</sup>, were produced by:

- thermal and electron-beam evaporation;
- focused-ion sputtering;
- cold rolling in air or in an inert-gas glove box for the materials that may oxidize very quickly.

### Quesito e)

Si spieghi la differenza tra RAM, CPU e disco rigido.



BANDO N. TI/LNL/C6/27914 - allegato n.1c al III verbale della Commissione esaminatrice

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI CUI AL BANDO N. TI/LNL/C6/27914 PER UN POSTO CON IL PROFILO PROFESSIONALE DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE CON CONTRATTO DI LAVORO A TEMPO INDETERMINATO PER ATTIVITÀ DI PRODUZIONE DI BERSAGLI PER ESPERIMENTI DI FISICA NUCLEARE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO, CON ESPERIENZA NELLE TECNICHE DI PRODUZIONE MEDIANTE LAMINAZIONE E PVD.

### BUSTA 3

#### Quesito a)

Si descriva la tecnica di deposizione PVD con sorgente a fascio di elettroni (*e-beam*), mettendo in evidenza il principio fisico, i componenti principali dell'impianto, i parametri di processo da controllare per ottenere uno spessore riproducibile e un film di buona qualità.

Si deve preparare un bersaglio costituito da un film metallico depositato con *e-beam* su *backing* sottile. Il film ottenuto risulta uniforme, ma durante la manipolazione o dopo un leggero riscaldamento (o test sotto fascio) mostra micro-crepe e in alcune zone si delamina.

Si descriva come si potrebbe impostare la diagnosi e quali modifiche di processo si potrebbero fare per migliorare l'adesione e ridurre lo stress senza cambiare materiale del film.

#### Quesito b)

Un utente del servizio bersagli richiede la produzione di un bersaglio autosupportante di  $^{155}\text{Gd}$  (arricchito) con densità superficiale pari a  $5 \text{ mg/cm}^2$  e area utile circa  $15 \times 15 \text{ mm}^2$ . Il materiale di partenza disponibile è una polvere di  $^{155}\text{Gd}_2\text{O}_3$ . Il laboratorio dispone di forno (atmosfera controllata), glove box, evaporatore, laminatoio, e strumentazione standard di pesata/misura.

Si descriva quale procedura imposterebbe per ottenere il bersaglio richiesto, specificando le fasi principali, i materiali necessari, i punti critici, i controlli di qualità e le precauzioni operative.

#### Quesito c)

Un gruppo di ricerca chiede un bersaglio di 20 mm di diametro e spessore 200 micrometri in  $^{52}\text{Cr}$  con un backplate di Nb. Si descriva come si potrebbe realizzare questo bersaglio partendo da polveri del metallo isotopicamente arricchito e un *foil* di Nb di spessore 1 mm, assicurando una adesione ottimale tra i due materiali e minima contaminazione, avendo cura di motivare la scelta della tecnica e di fornire dettagli sui materiali e sui parametri di processo da controllare.

#### Quesito d)

*The goal of the laboratory is to produce thin layers by means of redox reactions. The layers should have different shapes and contain isotopically enriched substances.*

#### Quesito e)

Che cosa si intende per "phishing"?





Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO

BANDO N. TI/LNL/C6/27914 - allegato n.1d al III verbale della Commissione esaminatrice

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI CUI AL BANDO N. TI/LNL/C6/27914 PER UN POSTO CON IL PROFILO PROFESSIONALE DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE CON CONTRATTO DI LAVORO A TEMPO INDETERMINATO PER ATTIVITÀ DI PRODUZIONE DI BERSAGLI PER ESPERIMENTI DI FISICA NUCLEARE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO, CON ESPERIENZA NELLE TECNICHE DI PRODUZIONE MEDIANTE LAMINAZIONE E PVD.

#### BUSTA 4

##### Quesito a)

Si descriva in termini generali il processo di deposizione tramite Ion Beam Sputtering (IBS), avendo cura di descrivere il set-up sperimentale sistema da vuoto e requisiti base.

Si sta depositando con Ion Beam Sputtering un film metallico su backing. Dopo il conditioning iniziale, si apre lo shutter e si avvia la deposizione. alcuni minuti dopo l'inizio della deposizione si osserva:

- (1) il rate (QCM) cala lentamente e poi oscilla,
- (2) la pressione in camera sale leggermente rispetto al valore stabile,
- (3) sul campione compaiono difetti puntiformi e la superficie diventa più ruvida del previsto.

Che contromisure prenderebbe subito per non rovinare il bersaglio? Elenchi le cause più probabili e quali controlli/azioni farebbe per riportare la deposizione in condizioni stabili.

##### Quesito b)

Un utente del servizio bersagli richiede la produzione di un bersaglio autosupportante di  $^{139}\text{La}$  (arricchito) con densità superficiale pari a  $10 \text{ mg/cm}^2$  e area utile circa  $15 \times 15 \text{ mm}^2$ . Il materiale di partenza disponibile è una polvere di  $^{139}\text{La}_2\text{O}_3$ . Il laboratorio dispone di forno (atmosfera controllata), glove box, evaporatore, laminatoio, e strumentazione standard di pesata/misura.

Si descriva quale procedura utilizzerebbe per ottenere il bersaglio richiesto, specificando le fasi principali, i materiali necessari, i punti critici, i controlli di qualità e le precauzioni operative.

##### Quesito c)

Per la produzione di  $^{67}\text{Cu}$  un gruppo di ricerca chiede un target di  $^{70}\text{ZnO}$ . Per la sua realizzazione si hanno a disposizione polveri di  $^{70}\text{ZnO}$  e un foil di Nb da 1 mm, che i ricercatori chiedono di utilizzare come backplate per migliorare la resistenza termica del bersaglio. Si descriva come si potrebbe realizzare questo bersaglio (diametro circa 20 mm, spessore  $^{70}\text{ZnO}$  200 micrometri) assicurando una adesione ottimale tra i due materiali, avendo cura di motivare la scelta della tecnica e fornendo dettagli sulle accortezze tecniche e sui parametri di processo da controllare.

##### Quesito d)

The isotopically enriched targets have thicknesses ranging from few tens of  $\mu\text{g/cm}^2$  to several  $\text{mg/cm}^2$ , and allow to produce a wide range of stable isotopes.

##### Quesito e)

Si illustri i passaggi principali per installare un nuovo programma su un computer e spiega perché è importante scaricare software solo da fonti affidabili.

BANDO N. TI/LNL/C6/27914 - allegato n.1e al III verbale della Commissione esaminatrice

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI CUI AL BANDO N. TI/LNL/C6/27914 PER UN POSTO CON IL PROFILO PROFESSIONALE DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE CON CONTRATTO DI LAVORO A TEMPO INDETERMINATO PER ATTIVITÀ DI PRODUZIONE DI BERSAGLI PER ESPERIMENTI DI FISICA NUCLEARE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO, CON ESPERIENZA NELLE TECNICHE DI PRODUZIONE MEDIANTE LAMINAZIONE E PVD.

### BUSTA 5 (parte 1/2)

#### Quesito a)

Si descriva la tecnica di Ion Beam Sputtering (IBS) precisando qual è il principio di funzionamento, quali sono i sottosistemi principali dell'impianto, quali parametri è indispensabile controllare durante una deposizione per ottenere un film riproducibile e uniforme.

Si deve depositare con IBS un film sottile con spessore nominale ben definito. La QCM indica che si è raggiunto lo spessore richiesto, ma la caratterizzazione mostra due problemi:

- (a) lo spessore del coating è più basso rispetto a quello fornito dalla QCM (10–30% in meno),
- (b) la composizione è leggermente diversa da quella attesa (ad esempio perdita dell'elemento più leggero / variazione stechiometria).

Si spieghi quali cause IBS-specifiche sono da considerare per prime e come imposterebbe una diagnosi. Quali modifiche di set-up/procedura farebbe per correggere il problema?

#### Quesito b)

Un utente del servizio bersagli richiede la produzione di un bersaglio autosupportante di  $^{162}\text{Er}$  (arricchito) con densità superficiale pari a  $2 \text{ mg/cm}^2$  e area utile circa  $15 \times 15 \text{ mm}^2$ . Il materiale di partenza disponibile è una polvere di  $^{162}\text{Er}_2\text{O}_3$ . Il laboratorio dispone di forno (atmosfera controllata), glove box, evaporatore, laminatoio, e strumentazione standard di pesata/misura.

Si descriva quale procedura si ritenga più opportuna per ottenere il bersaglio richiesto, precisando le fasi principali, i materiali necessari, i punti critici, i controlli di qualità e le precauzioni operative.

#### Quesito c)

Per la produzione di bersagli in carburo di Silicio ad alta densità da usare presso l'acceleratore SPES, si parte da una miscela di  $\text{SiO}_2$  e grafite che viene scaldata fino a  $1500^\circ\text{C}$  in alto vuoto per diverse ore (riduzione carbotermica). I ricercatori chiedono di realizzare una pastiglia da 13 mm di diametro e 2 mm di spessore di polveri compatte da sottoporre al trattamento. Quale metodo si può adottare, quali sono le accortezze tecniche da applicare in relazione a attrezzature e materiali necessari e quali sono i parametri da controllare per garantire una buona riuscita del processo?



## BUSTA 5 (parte 2/2)

### Quesito d)

The main activities are the study and preparation of targets for nuclear physics experiments to be conducted at LNL or in foreign laboratories. In most cases, thin films of isotopically enriched metals are obtained using different techniques such as rolling or evaporation in vacuum. Different types of targets can be obtained:

Self supporting

- With backing
- Strip-targets
- Sandwich-targets
- Plunger-targets

### Quesito e)

Cosa si intende per backup dei dati? Si spieghi a cosa serve, in quali situazioni può essere utile e quali strumenti si possono usare per effettuarlo.

Three handwritten signatures in blue ink are located at the bottom right of the page. The first signature is a stylized 'D' with a horizontal line. The second is a small, illegible mark. The third is a stylized 'R'. Below the first signature is another signature that appears to be 'NE'.

BANDO N. TI/LNL/C6/27914 - allegato n.1f al III verbale della Commissione esaminatrice

CONCORSO PER TITOLI ED ESAMI DI CUI AL BANDO N. TI/LNL/C6/27914 PER UN POSTO CON IL PROFILO PROFESSIONALE DI COLLABORATORE TECNICO E.R. DI VI LIVELLO PROFESSIONALE CON CONTRATTO DI LAVORO A TEMPO INDETERMINATO PER ATTIVITÀ DI PRODUZIONE DI BERSAGLI PER ESPERIMENTI DI FISICA NUCLEARE PRESSO I LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO, CON ESPERIENZA NELLE TECNICHE DI PRODUZIONE MEDIANTE LAMINAZIONE E PVD.

## BUSTA 6

### Quesito a)

Supponendo di voler installare un impianto PVD con Ion Beam Sputtering (IBS) nel laboratorio bersagli -si descrivano i componenti base necessari per la realizzazione dell'impianto, compresa la necessaria impiantistica (allestimento fisso) di laboratorio.

Supponiamo che si inneschi una microscarica poco prima di iniziare una deposizione mediante IBS; a cosa può essere dovuto il fenomeno? E' necessario sospendere il processo ed eseguire rientro per risolvere o ci sono alternative possibili?

### Quesito b)

Un utente del servizio bersagli richiede la produzione di un bersaglio autosupportante di  $^{144}\text{Sm}$  (arricchito) con densità superficiale pari a  $5 \text{ mg/cm}^2$  e area utile circa  $15 \times 15 \text{ mm}^2$ . Il materiale di partenza disponibile è una polvere di  $^{144}\text{Sm}_2\text{O}_3$ . Il laboratorio dispone di forno (atmosfera controllata), glove box, evaporatore, laminatoio, e strumentazione standard di pesata/misura. Si descriva quale procedura imposterebbe per ottenere il bersaglio richiesto, descrivendo le fasi principali, i materiali necessari, i punti critici, i controlli di qualità e le precauzioni operative.

### Quesito c)

Per la produzione di  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  un gruppo di ricerca chiede un target di  $^{100}\text{Mo}$  da 500 micrometri con backing di rame da 1 mm. Per la sua realizzazione si hanno a disposizione polveri di  $^{100}\text{Mo}$  e un foil di Cu da 1 mm, che i ricercatori chiedono di utilizzare per migliorare la resistenza termica del bersaglio. Si descriva come si potrebbe realizzare questo bersaglio (diametro circa 20 mm) assicurando una adesione ottimale tra i due materiali, avendo cura di motivare la scelta della tecnica e di fornire dettagli sulle accortezze tecniche e sui parametri di processo da controllare.

### Quesito d)

The instrumentation to carry out the activities in Target Service of a Research Institution consists of many devices, including a fume hood designed to work with powders equipped with a high precision scale, a roller working under inert atmosphere, two high vacuum evaporators including a cryogenic one.

### Quesito e)

Nel sistema operativo Windows esistono le seguenti combinazioni di tasti di scelta rapida: "CTRL + X", "CTRL + C" e "CTRL + V". Qual è la loro funzione?

