

## PROVA A

- 1) Si consideri un piano di supporto di forma circolare di raggio  $r$ , costituito da lamiera di spessore  $s$  (con  $s \ll r$ ). Il piano deve sostenere un carico uniformemente distribuito  $q$  ed è semplicemente appoggiato lungo tutta la circonferenza. Si descriva qualitativamente l'andamento delle sollecitazioni e della deformazione di tale supporto, nell'ipotesi che il materiale rimanga nell'ambito delle deformazioni elastiche. Viene successivamente richiesto di ridurre il più possibile la deformazione massima di tale supporto utilizzando lo stesso materiale di spessore  $s$  disponibile in strisce di altezza  $20*s$  e di lunghezza totale  $6*r$ . Si descriva come può venire utilizzato tale materiale per minimizzare le deformazioni (senza modificare il vincolo di appoggio) e come si potrebbe stimare analiticamente la deformazione massima attesa.
- 2) Tecnologie di stampa 3D del tipo Laser Bed Fusion Powder applicate ai materiali metallici: dispositivi tipici, parametri di stampa, caratteristiche microstrutturali, meccaniche e geometrico-dimensionali ottenibili sul prodotto.
- 3) Controlli di tipo non distruttivo per la caratterizzazione di materiali metallici e giunti (radiografia, tomografia, ultrasuoni, termografia): impieghi tipici, tipologie e modalità di indagini e prova.
- 4) Criogenia: definizione, caratteristiche tipiche dei sistemi di stoccaggio e di trasporto di liquidi criogenici, accorgimenti progettuali, materiali e tecniche di isolamento termico.
- 5) La progettazione termica mediante stampa additiva metallica: vantaggi e criticità.
- 6) Leghe di rame: principali proprietà fisiche, chimiche, meccaniche, termiche, magnetiche, elementi di lega e loro influenza, leghe tipiche e loro utilizzo nei dispositivi per fisica nucleare e subnucleare in relazione alle specifiche caratteristiche.

*Handwritten signatures and initials in blue ink:*  
A stylized signature at the top right.  
The initials "DM" in the middle.  
The initials "11B" at the bottom center.  
The initials "1108" at the bottom right.

Risposta 1)

Risposta 2)

Risposta 3)

Risposta 4)

Risposta 5)

Risposta 6)

SB  
du  
AB  
MB

## PROVA B

- 1) Si deve progettare una trave snella di supporto per dei rivelatori di particelle, posta orizzontalmente, semplicemente appoggiata alle estremità, che sia più leggera possibile e il cui materiale costituente dovrà interagire il meno possibile con le particelle che il dispositivo deve rilevare. Verrà fatta ruotare attorno al proprio asse longitudinale per posizionare e orientare i rivelatori a step di 90°, e in ciascuna posizione dovrà essere minima la deformazione dovuta al peso dell'insieme. Dovrà inoltre essere il meno possibile sensibile alle variazioni di temperatura, comunque contenute entro +/-20°C rispetto la temperatura ambiente. Descrivere l'andamento atteso per deformazione e sollecitazioni, quali scelte progettuali permettono di soddisfare al meglio le richieste, quali caratteristiche di materiale, di sezione e/o orientazione ricercare, quali calcoli analitici, simulazioni e/o prove sperimentali effettuare per assicurare il miglior risultato.
- 2) Tecnologie di stampa 3D applicate ai materiali metallici: vantaggi e svantaggi delle principali tecnologie, influenza dei principali parametri di processo sulla qualità del prodotto ottenibile, applicazioni in ambito dispositivi per fisica nucleare e subnucleare.
- 3) Prove di laboratorio per la caratterizzazione strutturale dei materiali metallici, con particolare riferimento alle prove di durezza: comportamento tipico dei materiali metallici, tipologie di dispositivi e di procedure di prova, caratteristiche dei provini in riferimento a diverse metodologie.
- 4) Metrologia dimensionale: esempi di dispositivi di misura utilizzati nell'ambito degli apparati per fisica nucleare e subnucleare, caratteristiche, modalità di utilizzo, parametri dimensionali e di precisione tipici.
- 5) Le proprietà termo-fisiche (densità e conduttività termica) e topologiche (rugosità superficiale) di materiali metallici stampati e la loro influenza nella progettazione termica.
- 6) Leghe di alluminio: principali proprietà fisiche, chimiche, meccaniche, termiche, magnetiche, elementi di lega e loro influenza, leghe tipiche e loro utilizzo nei dispositivi per fisica nucleare e subnucleare in relazione alle specifiche caratteristiche.



Handwritten signatures in blue ink, including a large stylized signature at the top, followed by several smaller signatures and initials.

Risposta 1)

Risposta 2)

Risposta 3)

Risposta 4)

Risposta 5)

Risposta 6)

SS

AM

MB  
T  
110

## PROVA C

- 1) Si deve realizzare un serbatoio all'interno del quale verrà ricavato il vuoto, avente pareti il più possibile sottili. Descrivere la forma e il materiale che si ritiene più efficace e illustrare qualitativamente le possibili valutazioni effettuabili tramite calcolo analitico, simulazione e verifica anche tramite prove sperimentali. Nel caso tale serbatoio, a causa di vincoli dimensionali, debba avere una forma cilindrica con fondi piatti, descrivere le possibili problematiche e le relative verifiche strutturali, le possibili soluzioni di irrigidimento sia per il mantello cilindrico che per i fondi piatti.
- 2) Tecnologie di stampa 3D del tipo Direct Energy Deposition applicate ai materiali metallici: dispositivi tipici, parametri di stampa, caratteristiche microstrutturali, meccaniche e geometrico-dimensionali ottenibili sul prodotto.
- 3) Prove di laboratorio per la caratterizzazione strutturale dei materiali metallici, con particolare riferimento alle prove di trazione e flessione: comportamento tipico dei materiali metallici, tipologie di dispositivi e di procedure di prova, caratteristiche dei provini in riferimento a diverse metodologie.
- 4) Tecnologia dei materiali compositi: materiali tipici e loro tipologie, sistemi di impregnazione e polimerizzazione, proprietà dei materiali, prove meccaniche, applicazioni più frequenti.
- 5) Metodologie e tecniche di progettazione per massimizzare le prestazioni termiche e fluidodinamiche di componenti ottenuti per stampa additiva metallica.
- 6) Acciai inossidabili: principali proprietà fisiche, chimiche, meccaniche, termiche, magnetiche, elementi di lega e loro influenza, trattamenti termici, leghe tipiche e loro utilizzo nei dispositivi per fisica nucleare e subnucleare in relazione alle specifiche caratteristiche.

SB

dm

MB

mtz

Risposta 1)

Risposta 2)

Risposta 3)

Risposta 4)

Risposta 5)

Risposta 6)

SB  
dilly  
M B  
M B