



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**  
**Facoltà di Ingegneria**

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
(Lauree di primo livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

SEZIONE B - Seconda sessione 2012

**PRIMA PROVA SCRITTA DEL 27 NOVEMBRE 2012**

**SETTORE INDUSTRIALE**

**Tema n. 1**

Il candidato confronti il comportamento meccanico mostrato dai materiali più comunemente utilizzati per applicazioni ingegneristiche, focalizzando l'attenzione sulle proprietà di rigidità e resistenza.



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**  
**Facoltà di Ingegneria**

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
(Lauree di primo livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

SEZIONE B - Seconda sessione 2012

**SECONDA PROVA SCRITTA DEL 28 NOVEMBRE 2012**

**SETTORE INDUSTRIALE**  
**(classe di laurea 10 - Ingegneria industriale)**

**Tema n. 1 (ambito ING. DEI MATERIALI)**

L'incorporazione di cariche e/o additivi di vario genere nei polimeri termoplastici consente di ottenere sistemi polimerici con profili di proprietà ottimizzati per specifiche applicazioni. Il candidato descriva le principali tipologie di cariche/additivi che vengono tipicamente incorporati nei polimeri termoplastici di interesse industriale, e metta in evidenza gli effetti promossi dalla presenza di queste cariche/additivi sulle prestazioni del materiale. Nella descrizione degli effetti promossi da cariche/additivi, al candidato viene richiesto di fare riferimento anche alle proprietà più propriamente tecnologiche dei materiali polimerici termoplastici (come l'indice di fluidità e la temperatura di HDT).



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**  
**Facoltà di Ingegneria**

**ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE**

(Lauree di primo livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

SEZIONE B - Seconda sessione 2012

**PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 24 GENNAIO 2013**

**SETTORE INDUSTRIALE**  
**(classe di laurea 10 - Ingegneria industriale)**

**Tema (ambito ING. MATERIALI)**

Si vogliono produrre per stampaggio a iniezione dei componenti, di dimensioni piuttosto contenute, in Makrolon GF8001 (Bayer). Si tratta di un “compound” a base di policarbonato contenente il 20% in peso di fibre di vetro discontinue.

i. Si confronti il volume specifico del materiale nello stato di “fuso polimerico” valutato a partire dall’equazione di stato di Tait con quello realmente misurato in una prova di indice di fluidità.  
 ii. Si valuti il ritiro volumetrico del componente atteso in un processo condotto con una pressione di iniezione pari a 1000 bar e lo si confronti con quello atteso in un processo (ideale) condotto a pressione atmosferica; si assuma che la temperatura del fuso polimerico nell’unità di plastificazione sia di 320°C e si trascuri il calo di volume specifico nella fase di mantenimento in pressione (“raffreddamento con flusso”).

iii. Ipotizzando di utilizzare una pressa per stampaggio a iniezione di tipo a pistone (“plunger type injection moulding machine”), integrata con un sistema di canali naturalmente bilanciato a due impronte, sapendo che

- il diametro del pistone di iniezione è di 5 mm;
- la velocità del pistone di iniezione è di 80 mm/s;
- il “gate” è un canale di sezione circolare di 1.5 mm di diametro;

si valuti lo sforzo di taglio massimo al quale viene sottoposto il “fuso polimerico” nel “gate”, considerando il “fuso polimerico” come un fluido puramente viscoso di viscosità pari a 180 Pa·s.

Vengano sottolineate in maniera chiara le ipotesi di lavoro fatte per la soluzione dei problemi.

Dalla scheda tecnica del Makrolon GF8001 (Bayer):

- densità a 23°C: 1340 kg/m<sup>3</sup>
- indice di fluidità “Melt Volume Flow Rate”, MVR (ISO 1133; 300°C, 1.2kg): 16 cm<sup>3</sup>/10min
- indice di fluidità “Melt Mass Flow Rate”, MFR (ISO 1133; 300°C, 1.2kg): 19 g/10min

Viene di seguito riportata l’equazione di Tait (equazione di stato pressione-volume-temperatura, PvT) per il policarbonato, valida per temperature comprese tra 151 e 340°C e pressioni inferiori a 1765 bar [da P.A. Rodgers, *J. Appl. Polym. Sci.*, **48**, 1061 (1993)]:

$$v(P, T) = v(0, T) \cdot \left\{ 1 - 0.0894 \cdot \ln \left[ 1 + \frac{P}{B(T)} \right] \right\}$$

dove

$$v(0, T) = 0.73565 \cdot \exp(1.859 \cdot 10^{-5} \cdot T^{3/2}) \quad v(0, T) \text{ in [cm}^3\text{/g]}$$

$$B(T) = 3100 \cdot \exp(-4.078 \cdot 10^{-3} \cdot t) \quad B(T) \text{ in [bar]}$$

$T$  in [K]

$t$  in [°C]