



ANALIZZATORE DELL'AREA SUPERFICIALE SPECIFICA BET E DELLA
DIMENSIONE DEI PORI

BELSORP MINI X

microtrac.com/it/prodotti/analisi-dell-adsorbimento-dei-gas/area-superficiale-distribuzione-dei-pori/belsorp-mini-x/

BELSORP MINI X

ANALIZZATORE DELL'AREA SUPERFICIALE SPECIFICA BET E DELLA DIMENSIONE DEI PORI

Per una caratterizzazione semplice, veloce e altamente accurata dei materiali porosi

Ripetibilità ineguagliabile. Le eccezionali caratteristiche del BELSORP MINI X di Microtrac si traducono in una ripetibilità ineguagliabile, con tempi di misura significativamente ridotti. Il MINI X è dotato di un massimo di 4 porte di misurazione dei campioni e di nuove funzioni ad alta produttività, tra cui il controllo multidispositivo.

BELSORP MINI X è stato meticolosamente progettato per misurare l'area superficiale specifica, la distribuzione delle dimensioni dei pori e il volume dei pori con estrema precisione. Dotato di sensori di pressione dedicati su ogni porta di misurazione del campione e di una porta dedicata per la pressione del vapore saturo, consente misurazioni simultanee completamente indipendenti.

Il nuovo software di misura migliora la produttività dell'utente semplificando le procedure con istruzioni passo-passo, visualizzando l'avanzamento della misurazione e inviando i risultati via e-mail. A seconda della produttività del campione, sono disponibili modelli a 3 e a 4 porte. Inoltre, il nuovo software di analisi (BELMASTER™) consente la valutazione strutturale di una gamma di materiali più ampia che mai.



BELSORP MINI X

LIVELLI DI RIPRODUCIBILITÀ DI PRIMA CLASSE

- Fino a quattro porte di misura indipendenti e una porta dedicata per le misure di pressione del vapore saturo
- Il più piccolo e il più leggero al mondo
- Riproducibilità imbattibile grazie all'AFSM™ brevettato
- Misurazione dell'isoterma di adsorbimento dei gas e dell'adsorbimento NET tramite AFSM™2 senza bisogno di gas He
- Metodi di misurazione multipli: misurazioni ad alta precisione, multi-campione e modalità rapida BET
- Trasduttore di pressione dedicato per ciascuna porta
- Controllo simultaneo di fino a 20 porte di misura tramite controllo multidispositivo (5 unità)
- Tempo di misura ridotto con l'ottimizzazione del dosaggio del gas (GDO)
- IoT: monitoraggio dei processi tramite sistema di notifica via e-mail
- Analisi opzionale dei micropori con il metodo della sonda molecolare
- Conformità opzionale alla FDA 21 CFR Parte 11

BELSORP MINI X

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Aree superficiali specifiche BET da $0,01 \text{ m}^2/\text{g} \sim (\text{N}_2)$ e distribuzione delle dimensioni dei pori da $0,7 \sim 500 \text{ nm}$ (opzione: $0,35 \sim 500 \text{ nm}$ con il metodo della sonda molecolare).

MISURA SIMULTANEA DI PIÙ CAMPIONI

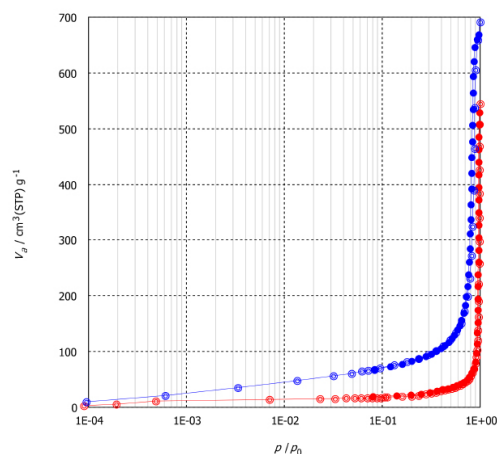
È possibile misurare contemporaneamente fino a 4 campioni, riducendo in modo significativo i tempi di misurazione di più campioni.

OPZIONI DI MISURA MULTIPLE

Questo strumento combina misure altamente accurate con diverse modalità ad alta produttività (ad esempio, modalità Quick BET, ottimizzazione del dosaggio del gas). Può essere utilizzato in modo flessibile a seconda delle esigenze del cliente.

FACILITÀ D'USO

BELSORP MINI X è un sistema di misurazione completamente automatico. La modalità semplice consente misurazioni accurate con informazioni minime sul campione; utenti esperti possono impostare configurazioni dettagliate in modalità Professional.

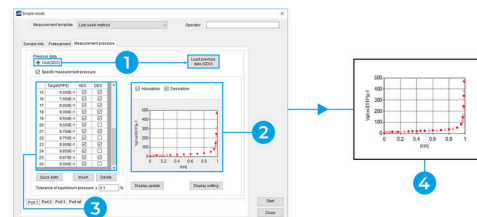


BELSORP MINI X

METODI DI MISURAZIONE

OTTIMIZZAZIONE DEL DOSAGGIO DEL GAS (GDO)

La modalità semplice include l'opzione Ottimizzazione del dosaggio del gas (GDO), che calcola automaticamente la quantità ottimale di gas da dosare in base ai risultati delle misurazioni precedenti. Con questa funzione è possibile ottenere in modo affidabile i set point di misura e ridurre notevolmente i tempi di misurazione.



MISURA INNOVATIVA DELLO SPAZIO LIBERO PER LA MASSIMA PRECISIONE (AFSM™)

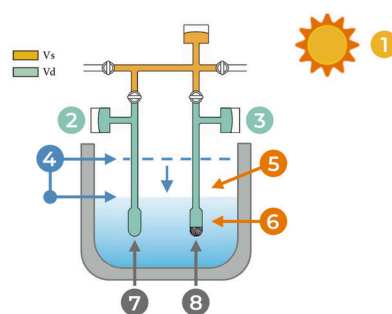
Con AFSM™, il controllo del livello del refrigerante liquido (ad esempio azoto liquido o argon) non è più necessario. Abbiamo invece adottato il nostro innovativo metodo di misurazione continua nello spazio libero, il brevettato Advanced Free Space Measurement (AFSM™).

Questo metodo raggiunge la massima riproducibilità grazie all'utilizzo di una cella di riferimento (cella campione vuota dello stesso tipo utilizzato per la misurazione) per seguire le variazioni dello spazio libero da un secondo all'altro. Poiché la variazione dello spazio libero è uguale in entrambe le celle nelle stesse condizioni ambientali, può essere seguita continuamente dalla variazione di pressione della cella di riferimento.

È possibile considerare le fluttuazioni causate da fattori ambientali:

- | Variazioni del livello di LN_2
- | Variazioni di temperatura / pressione atmosferica
- | Variazioni di temperatura del refrigerante dovute alla dissoluzione dell'ossigeno

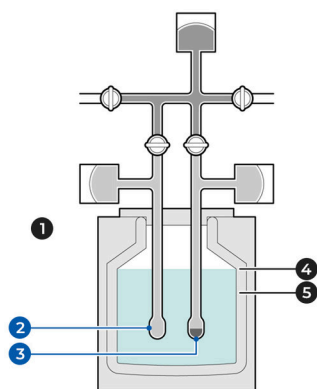
Grazie a questa tecnica superiore, è possibile tenere conto di fattori ambientali che prima non venivano considerati.



MISURA SENZA ELIO E PRETRATTAMENTO

MISURA DELL'ADSORBIMENTO SENZA L'UTILIZZO DI ELIO GASSOSO (AFSM™2)

In una prima fase, la misurazione dello spazio libero per una cella campione vuota e una cella di riferimento vuota viene eseguita con il gas adsorbente alla temperatura di adsorbimento appropriata. Successivamente, la misura dell'adsorbimento può essere effettuata utilizzando entrambe le celle senza gas elio. Poiché le variazioni di spazio libero per entrambe le celle sono le stesse, i risultati possono essere ottenuti in tempi più brevi, senza dover mantenere costante il livello del refrigerante tra la misura del bianco e quella dell'adsorbimento.



COMPATTO E LEGGERO

Grazie alla completa ottimizzazione e razionalizzazione dei materiali, siamo riusciti a ridurre le dimensioni e il peso del dispositivo.

PRETRATTAMENTO OPZIONALE ALLA PORTA DI MISURAZIONE

Per una misurazione accurata dell'adsorbimento, i campioni sono generalmente pretrattati sotto vuoto e calore per rimuovere gas e/o molecole d'acqua senza alterarne la struttura. Il pretrattamento può essere eseguito esternamente utilizzando BELPREP VAC II o VAC III per aumentare la produttività, oppure direttamente alla porta di misura del BELSORP MINI X utilizzando un riscaldatore. Evitare il trasferimento è importante per i campioni sensibili, ad esempio idrofili.

ANALISI DEI DATI

BELMASTER consente di visualizzare le isoterme di adsorbimento/desorbimento, valutare l'area superficiale specifica BET, i volumi dei pori con il metodo t-plot o αS , i mesopori con i metodi DH e BJH, i micropori con i metodi HK o SF e, opzionalmente, tramite GCMC / NLDFT.

ALTRE CARATTERISTICHE DI BELCONTROL

- | Sovrapposizione delle isoterme di adsorbimento/desorbimento e confronto dei dati tra le porte durante la misura
- | Memorizzazione di pressioni, temperature e azionamenti delle valvole nei dati di tendenza
- | Funzione di controllo del sistema per diagnosticare lo stato dello strumento
- | Notifiche via e-mail dello stato e dei risultati delle misure
- | Programma interattivo in giapponese o inglese
- | Istruzioni passo-passo e ampie funzioni di supporto

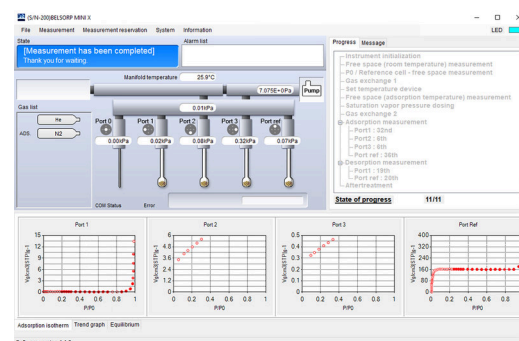
BELSORP MINI X

BELCONTROL: NUOVO SOFTWARE OPERATIVO

La versatilità delle apparecchiature BELSORP è completata da BELCONTROL, il software operativo intuitivo e facile da usare. Il software guida l'utente passo dopo passo attraverso l'impostazione delle condizioni di analisi, l'esecuzione delle misure, il riempimento del bagno di azoto liquido o altro, la sostituzione della bombola di gas e le fasi di degassificazione. È stato progettato per rendere lo strumento accessibile anche agli utenti meno esperti.

Per gli utenti inesperti o per le misure di campioni sconosciuti, BELCONTROL richiede solo le informazioni di base sul campione (nome, massa, ecc.), le condizioni di pretrattamento (se non eseguite esternamente) e il campo di misura.

La modalità Professional consente un controllo dettagliato delle impostazioni di dosaggio, dei criteri di equilibrio, delle prove di tenuta e di altre configurazioni di misura. La modalità semplice riduce i requisiti di impostazione; se è disponibile un'isoterma precedente comparabile, la funzione GDO può ridurre il tempo di misura.



Funzione	Disponibilità	BELCONTROL
Quick BET	sì	Superficie BET in più punti in meno di 20 minuti
Analisi senza elio	sì	AFSM™2 consente misure senza He con una precisione ineguagliabile
Cinetica di adsorbimento	opzionale	Misure della velocità di adsorbimento per l'analisi della diffusione

SOFTWARE OPERATIVO

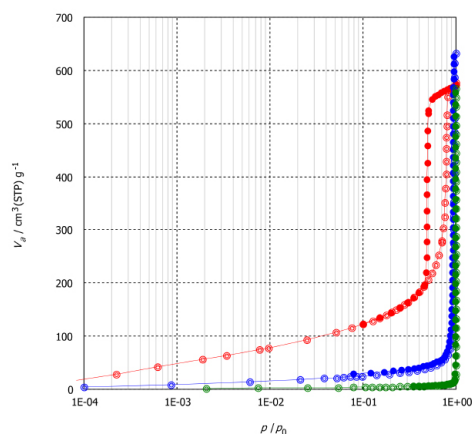
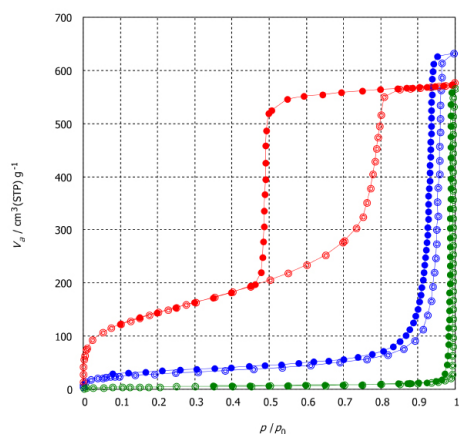
Le istruzioni passo-passo consentono agli utenti di qualsiasi livello di esperienza di utilizzare lo strumento in modo sicuro ed efficace. La modalità semplice richiede l'etichettatura del campione, le condizioni di pretrattamento (ignorabili se eseguite esternamente) e i punti di misura; la modalità Professional offre una configurazione dettagliata di dosaggio, equilibrio e controllo delle perdite.

PIÙ INFORMAZIONI → microtrac.com/it/prodotti/analisi-dell-adsorbimento-dei-gas/software/belcontrol/

MISURE DI ADSORBIMENTO DI GAS

SOFTWARE DI VALUTAZIONE BELMASTER

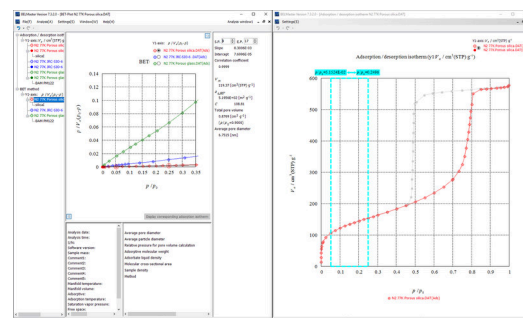
L'isoterma di assorbimento è definita come la relazione tra la quantità adsorbita su un adsorbente e la pressione di equilibrio del gas adsorbito a temperatura costante. L'isoterma di assorbimento di un gas fornisce informazioni sull'area superficiale specifica, sulla distribuzione delle dimensioni dei pori e sul volume dei pori del materiale.



L'area superficiale specifica (SSA) si riferisce alla superficie accessibile del campione ed è di grande importanza nell'adsorbimento, nella catalisi eterogenea e nelle reazioni sulle superfici. Può essere calcolata secondo la norma ISO 9277 con il metodo BET o con il metodo Langmuir. Selezionando il giusto intervallo di pressione (BET a più punti) o il punto di misura (BET a punto singolo), l'area superficiale viene calcolata automaticamente. BELMASTER supporta inoltre il calcolo secondo la norma ISO 9277 Allegato C per materiali microporosi.

BELSORP MINI X misura campioni a bassa superficie con la massima precisione senza gas krypton. La modalità Quick BET consente di ottenere risultati BET a tre punti per quattro campioni in circa 15 minuti. BELMASTER ricava distribuzioni delle dimensioni dei pori da 0,7 a 500 nm (opzionale: 0,35 nm).

BELMASTER presenta una libreria di 59 kernel per gas tra cui N₂, Ar e CO₂. I metodi QSDFT, NLDFT e GCMC consentono analisi su misura delle proprietà superficiali e delle forme dei pori di zeoliti, silice mesoporosa e carbonio attivo.



MASSIMA PRECISIONE CON LE SUPERFICI PIÙ BASSE

AFSM™

La tecnica brevettata Advanced Free Space Measurement (AFSM™) utilizza una cella di riferimento per seguire i cambiamenti del volume di spazio libero e ottenere un'elevata riproducibilità. In un test di prodotto, il materiale di riferimento certificato CRM-170 (allumina alfa non porosa; SSA BET di azoto certificata: $1,05 \pm 0,05 \text{ m}^2/\text{g}$) viene utilizzato per verificare l'accuratezza delle misure su superfici totali ridotte. Anche quando la superficie totale scende da circa 2 m^2 a meno di $0,4 \text{ m}^2$, la SSA BET misurata rimane pressoché identica.

Campione	Ads.	Superficie totale [m^2]	Quantità [g]	SSA BET [m^2/g]	Costante C
BCR-170_1	N_2	~2	~1,94	1,03	114
BCR-170_2	N_2	~1	~1,12	1,02	143
BCR-170_3	N_2	~0,7	~0,75	1,03	101
BCR-170_4	N_2	~0,4	~0,38	1,02	50

*Coefficiente di correlazione 0,9995 o superiore

BELSORP MINI X

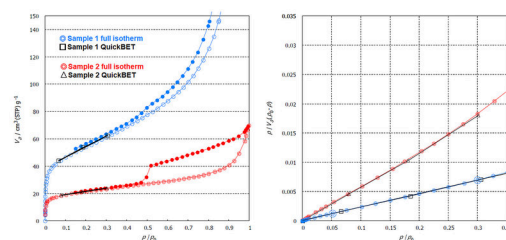
MODALITÀ QUICK BET

La modalità BET rapida massimizza la produttività: tre punti di adsorbimento BET di quattro campioni possono essere misurati in circa 15 minuti (è richiesta la densità del campione). Il file di misurazione precedente dello spazio libero può essere riutilizzato oppure lo spazio libero può essere misurato insieme al campione.

Campione	Standard più punti	Quick più punti	Standard punto singolo	Quick punto singolo
1	189,9	190,5	188,1	190,3
2	75,7	77,4	74,7	75,7

BET SA in m^2/g ; adsorbimento N_2 . Più punti p/p_0 0,05–0,30; punto singolo p/p_0 0,20.

I risultati BET a più punti e a punto singolo in modalità Quick BET sono paragonabili alla modalità standard, con tempi di misura notevolmente ridotti.



BELSORP MINI X

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

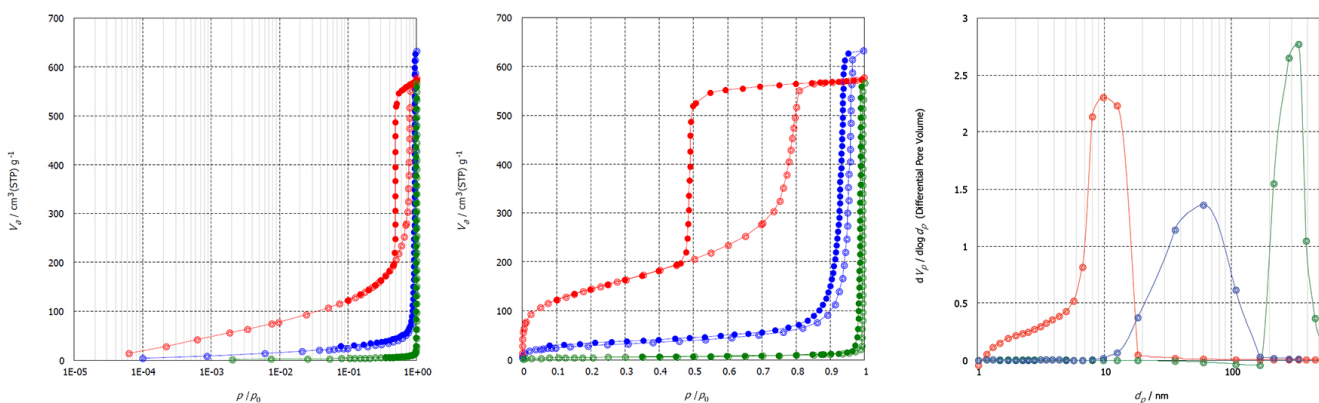
ANALISI DELLA DISTRIBUZIONE DIMENSIONALE DEI PORI CON IL METODO NLDFT E GCMC

I metodi classici per determinare le distribuzioni dimensionali dei pori (PSD) sono BJH, DH e CI per i mesopori e HK, SF e CY per i micropori. Anche i metodi DA e DR sono utilizzati per la valutazione del volume dei pori. I moderni metodi NLDFT e GCMC permettono l'analisi in un intervallo più ampio di pori, da micro a meso e macropori, come specificato nella norma ISO 15901-2.

Teoria	Interazione superficie e gas	Adsorbato	Intervallo di dimensioni dei pori
Metodi BJH, CI, DH, INNES	Equazione di Kelvin (tensione superficiale e angolo di contatto)	Densità del liquido in massa	> 2 nm; meso e macropori
Metodi HK, SF, CY	Potenziale Lennard-Jones (forza di interazione e repulsione)	Densità del liquido in massa	0,4–2 nm; micropori
NLDFT, GCMC	Modello statistico termodinamico		0,35–500 nm; intera gamma di pori

Microtrac fornisce metodi di valutazione basati sull'adsorbimento di N₂ (77,4 K), Ar (87,3 K) e CO₂ (298 K), utilizzando kernel NLDFT / GCMC di modelli di pori a fessura, cilindro e gabbia con atomi di superficie di carbonio e ossido di metallo. BELMASTER consente un facile confronto tra isoterme sperimentali e simulate; l'isoterma simulata serve da base per il calcolo della distribuzione dimensionale dei pori.

Esempio di calcolo della distribuzione dimensionale dei pori con il metodo BJH:



BELSORP MINI X è dotato di trasduttori di pressione da 1000 torr; l'isoterma parte da circa $p/p_0 = 1 \times 10^{-4}$. Opzione: 0,35 nm con il metodo della sonda molecolare. Soggetto a modifiche tecniche ed errori.

BELSORP MINI X

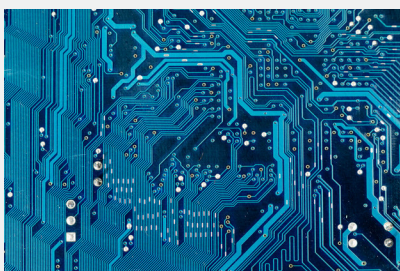
APPLICAZIONI TIPICHE

Gli analizzatori di adsorbimento di gas di Microtrac sono utilizzati in diversi campi applicativi: catalizzatori, batterie, fibre, materiali polimerici, zeolite, celle a combustibile, prodotti chimici, pigmenti, cosmetici, MOF / PCP, polveri magnetiche, membrane di separazione, filtri, toner, cemento, ceramica, semiconduttori e molti altri materiali.



ENERGIA E SOLIDI POROSI

- | Materiali per batterie
- | Catalizzatori
- | Zeolite
- | Ceramica
- | Carbonio



MATERIALI INDUSTRIALI

- | Componenti elettronici
- | Pila a combustibile
- | Toner
- | Cemento
- | Medicine / farmaci



MATERIALI SPECIALI

- | Silice
- | MOF / PCP
- | Pigmenti
- | Cosmetici
- | ... e molti altri!

TROVATE LA VOSTRA APPLICAZIONE

Per trovare la soluzione migliore per le vostre esigenze sulla caratterizzazione granulometrica, visitate il nostro database applicativo.

DATABASE APPLICATIVO → microtrac.com/it/applicazioni/database-applicativo/

BELSORP MINI X

ACCESSORI ED OPZIONI



CONSUMABILI STANDARD

I materiali di consumo standard comprendono celle di campionamento, aste di riempimento, filtri, O-ring, tappi e piattaforme di pesata. Sono inoltre disponibili celle di campionamento di varie dimensioni, guarnizioni rapide e altri materiali di consumo opzionali.



BAGNOMARIA

È possibile sostituire facilmente il Dewar con un bagno d'acqua per temperature di misurazione comprese tra -10°C e 80°C. È necessario un circolatore refrigerato/riscaldato.



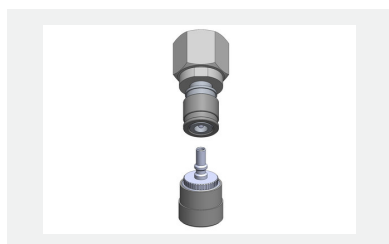
RISCALDATORE

Pretrattamento in situ del campione da 50°C a 550°C. I campioni possono essere pretrattati direttamente sulla porta di misura, senza trasferire la cella prima dell'analisi. Particolarmente utile per i campioni sensibili.



SELETTORE DEL GAS

The gas selector enables the connection of up to 4 adsorptives simultaneously (1 x Helium + 4 x adsorptive).



SISTEMA DI MISURAZIONE AIRGUARD

Il sistema di misurazione AirGuard consente un'analisi accurata dell'area superficiale BET e della distribuzione della dimensione dei pori, proteggendo i campioni sensibili da umidità e ossigeno. Con una semplice installazione con un solo tocco, AirGuard garantisce misurazioni di alta precisione senza aumentare i tempi di analisi e può essere installato sui sistemi BELSORP esistenti.

BELSORP MINI X

DATI TECNICI

Principio di misurazione	Metodo volumetrico + AFSM™
Gas di adsorbimento	Azoto (N ₂), argon (Ar), metano (CH ₄), etano (C ₂ H ₆), anidride carbonica (CO ₂), idrogeno (H ₂), n-butano (n-C ₄ H ₁₀), iso-butano (iso-C ₄ H ₁₀) e altri gas non corrosivi.
Porte Gas	2 porte (5 porte max.)
Numero di misurazioni (modalità Alta Precisione)	Max. 4 porte simultaneamente (3 porte in modalità Alta Precisione)
Range di misura (superficie specifica)	0,01 m ² /g e oltre (N ₂), a seconda della densità del campione
Distribuzione della dimensione dei pori (diametro)	0,7–500 nm, opzione: 0,35 nm con metodo a sonda molecolare
Isotherma a bassa pressione	$p/p_0 = 10^{-4}$ (N ₂ @77K, Ar @87K)
Trasduttore di pressione	133 kPa (1000 Torr) × 6 unità
Vacuometro / pompa	Pompa rotativa
Tubo di campionamento	Tubo standard, ca. 1,8 cm ³ (opzionale: 5 cm ³)
Dewar (vaso di Dewar)	Volume: 2 l; tempo di mantenimento: 30 h
Heater di pretrattamento	50–450°C (4 porte)
Bagno termostatico	-10–80°C (4 porte)
Software di analisi BELMaster™ 7	Isotherma di adsorbimento, area specifica di tipo I BET (ISO9277), autoanalisi BET, specifica area superficiale Langmuir, BJH, DH, CI, metodo INNES
Software di analisi BELMaster™ 7 cont.	t-plot, NLDFT / GCMC (OP BELSim™), metodo MP, metodo Dubinin-Astakhov, sonda molecolare, as-plot
Dimensioni (L × A × P)	280 × 650 × 465 mm (esclusi pompa a vuoto e PC)
Peso (corpo principale)	38 kg (esclusa pompa a vuoto e PC)
Gas	He, N ₂ (99,999% o purezza maggiore), 0,1 ± 0,02 MPa, giunzione: 1/8" Swagelok; scarico: porta di scarico della pompa rotativa, Ø 11 mm
Energia	Monofase, AC 100~240 V (50 / 60 Hz) / 10A (incl. R.P.), 50 / 60 Hz
Certificato CE	sì
Monitor consigliato	Monitor Full HD

BELSORP MINI X

CONTATTACI →

microtrac.com/it/contact-services/general-request/?prefilltext=contact_form.request&product=602

RICHIEDI QUOTAZIONE →

microtrac.com/it/contact-services/quote-request-form/?prefilltext=contact_form.quote_request&product=602



MICROTRAC
a **VERDER** company

microtrac.com/it/prodotti/analisi-dell-adsorbimento-dei-gas/area-superficiale-distribuzione-dei-pori/belsorp-mini-x/

© Microtrac – microtrac.com / Il contenuto può essere soggetto a modifiche o correzioni