

IL RIFRATTOMETRO DI PROCESSO

per la Misura della Concentrazione in Fase Liquida

GdS – “Analisi a Largo Spettro “ – Milano, 20 Novembre 2008




TECNOVA HT
Field Instrumentation Liquid and Gas Analysis Systems




PERCHÉ LA CONCENTRAZIONE

La Misura della Concentrazione è una tipologia di analisi comune in tutti i Processi ed è eseguita in diversi punti dell'impianto a seconda del suo scopo

- 
- Verifica Concentrazione dei Reagenti
 - Controllo Andamento Reazione

- 
- Ottimizzazione uso fluidi No - Process
 - Mantenimento margini di Sicurezza

- 
- Conferma specifiche dei Prodotti
 - Osservanza leggi Cogenti

COSA È LA CONCENTRAZIONE

- Definiamo “Soluzione” una dispersione omogenea di almeno 2 specie chimiche una nell’altra, dette “Solvente” e “Soluto” [1]
- Definiamo “Solvente” il componente della soluzione che si presenta nello stesso stato di aggregazione di questa , “soluto” in uno stato diverso, come acqua e zucchero
- Definiamo “Concentrazione” la composizione **quantitativa** di una soluzione e possiamo esprimerla in diverse unità di misura basate sul
 - ✓ Rapporto fra peso del soluto e peso del solvente (o soluzione), come la % in peso , *non* dipendente dalla temperatura
 - ✓ Rapporto fra peso del soluto e volume della soluzione, come la molarità (numero di moli di soluto contenute in 1 litro di soluzione), **dipendente da T** in quanto volume $f(T)$

MISURE DI CONCENTRAZIONE

Vista la trasversalità della misura di concentrazione, presente in quasi tutti i processi, essa è stata declinata in diversi principi di misura, a seconda dell'applicazione da risolversi.

Tipo Principio	Tipo Misura	Installazione
<ul style="list-style-type: none">• Ottico• Via ultrasonica• Ad oscillazione...	<ul style="list-style-type: none">• Indiretta (parametri correlabili)• Diretta (concentrazione tal quale)	<ul style="list-style-type: none">• In linea• Bypass• Campionamento

MISURE DI CONCENTRAZIONE

Oggi, in particolare, ci dedichiamo al Rifrattometro di Processo, che presenta

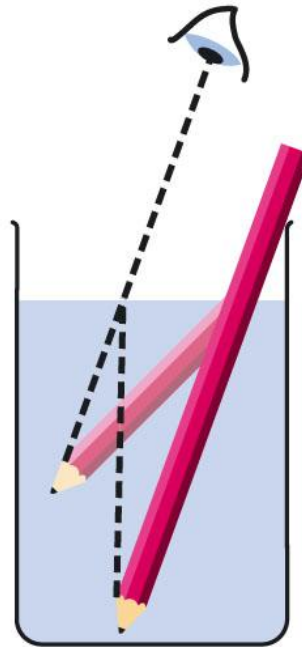
Tipo Principio	Tipo Misura	Installazione
<ul style="list-style-type: none">• Ottico	<ul style="list-style-type: none">• Diretta (concentrazione tal quale)	<ul style="list-style-type: none">• In linea

ESPERIENZE QUOTIDIANE

Il principio di misura del rifrattometro ha solide basi scientifiche ma fortunatamente lo possiamo apprezzare in piccole esperienze quotidiane.

ESPERIENZE QUOTIDIANE

Il principio di misura del rifrattometro ha solide basi scientifiche ma fortunatamente lo possiamo apprezzare in piccole esperienze quotidiane.

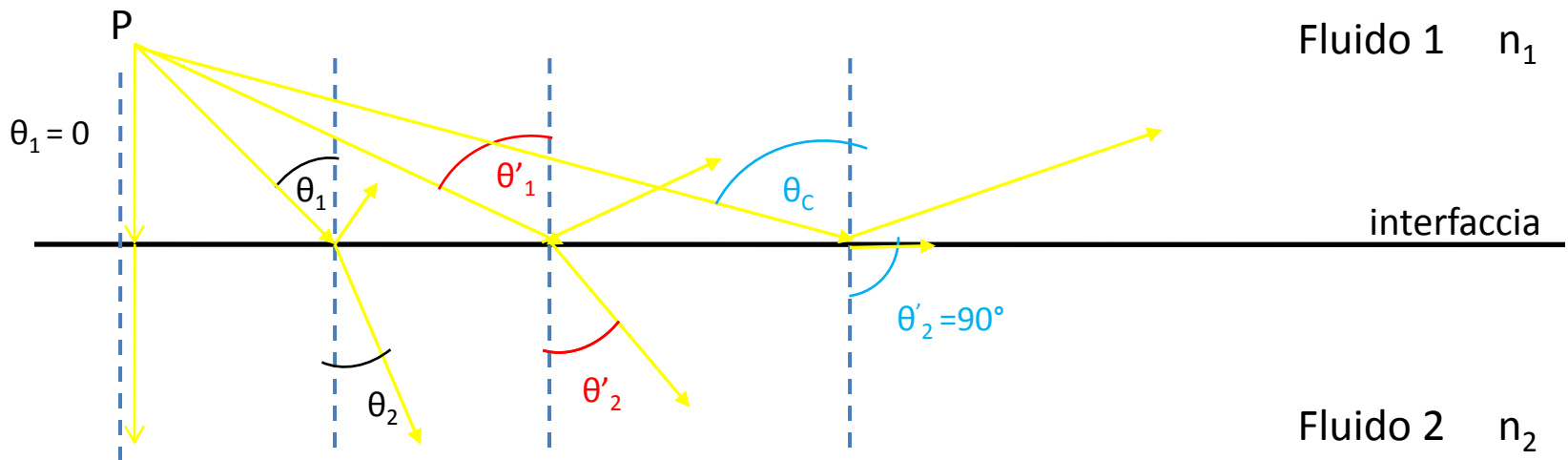


INDICE DI RIFRAZIONE

- Intorno al 1621 lo scienziato olandese Willerbrod Snell concepì la spiegazione fisica del fenomeno della “matita spezzata” grazie al concetto di Indice di Rifrazione.
- L’ **Indice di Rifrazione** di un materiale è un parametro n che rappresenta il fattore numerico per cui la velocità di propagazione di una radiazione elettromagnetica, come la luce, *viene rallentata*.
- Cioè, in soldoni, è la capacità più o meno spiccata di un fluido di far “piegare” un raggio incidente.

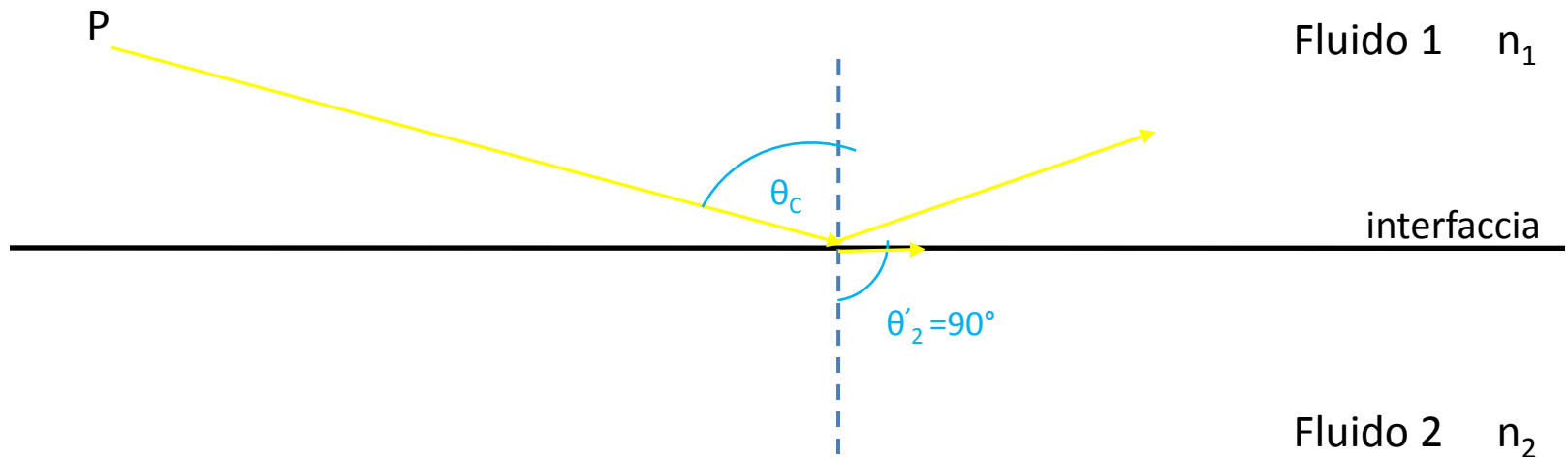
INDICE DI RIFRAZIONE

- Consideriamo un raggio luminoso che attraversi due fluidi aventi Indici di Rifrazione diversi $n_1 > n_2$
- Definiamo θ_1 “angolo di incidenza” mentre θ_2 “angolo di rifrazione”
- La **Legge di Snell** ci dice che $\sin(\theta_1) / \sin(\theta_2) = n_2 / n_1$

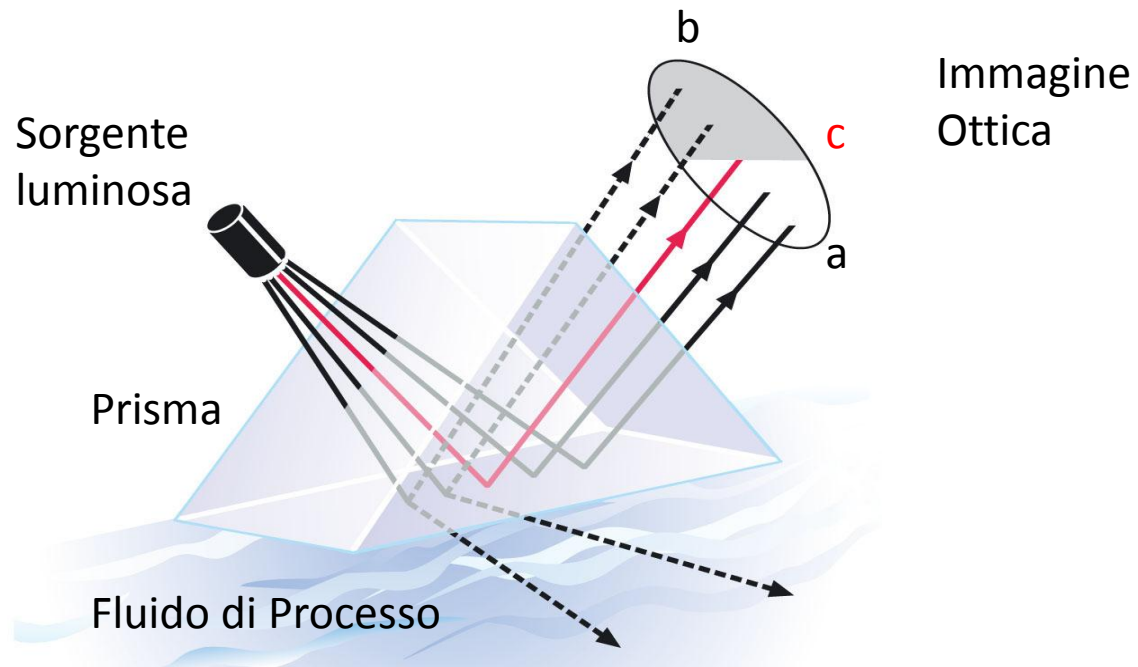


ANGOLO CRITICO

- La Legge di Snell ci dice che $n_1 / n_2 = \sin(\theta_2) / \sin(\theta_1)$, quindi se $n_1 > n_2$ avremo $n_1 / n_2 > 1$
- cioè $\sin(\theta_2) / \sin(\theta_1) > 1$ oppure $\sin(\theta_2) > \sin(\theta_1)$ ed al massimo $\sin(\theta_2) = 1$ quando $\theta_2 = 90^\circ$ e θ_1 sicuramente $< 90^\circ$
- L'angolo di incidenza tale per cui il raggio rifratto è tangente alla superficie è definito **angolo critico θ_c** , se $\theta_1 > \theta_c$ il raggio è *totalmente* riflesso



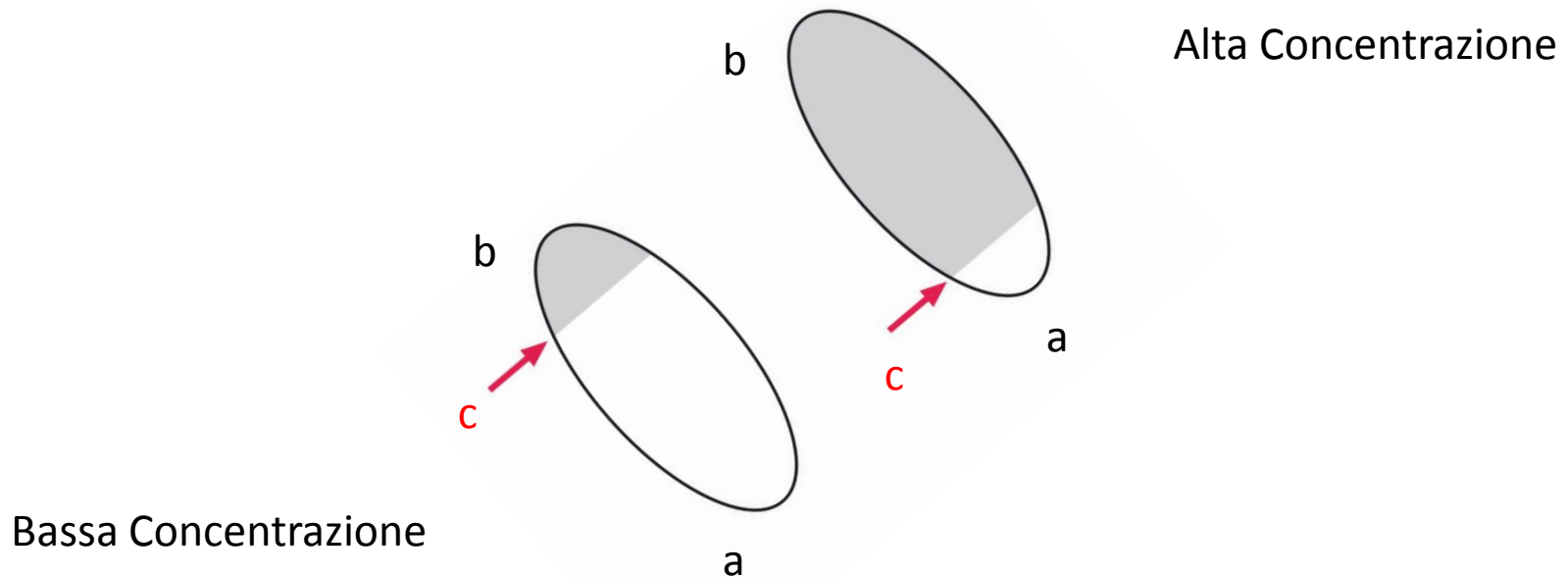
ANGOLO CRITICO IN MISURA



- (a) – raggi totalmente riflessi
- (b) - raggi totalmente rifratti
- (c) - angolo critico che definisce l'Indice di Rifrazione del Fluido di Processo

ANGOLO CRITICO IN MISURA

АНГОЛО КРИТИЧЕСКОГО РАССВЕЩЕНИЯ



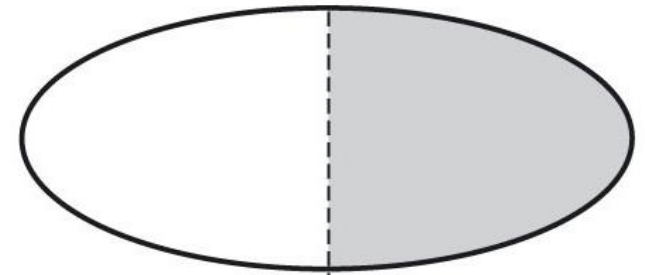
Variando la Concentrazione, varia l'Indice di Rifrazione

Cioè varia l'Angolo Critico. Come?

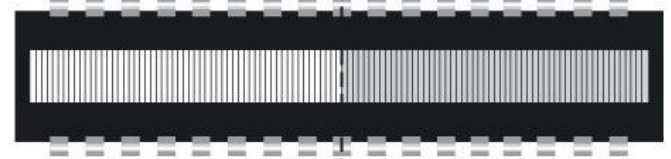
Se la Concentrazione del soluto \gg , i raggi rifratti \gg mentre i raggi riflessi \ll

DALL' ANGOLO CRITICO A n_D

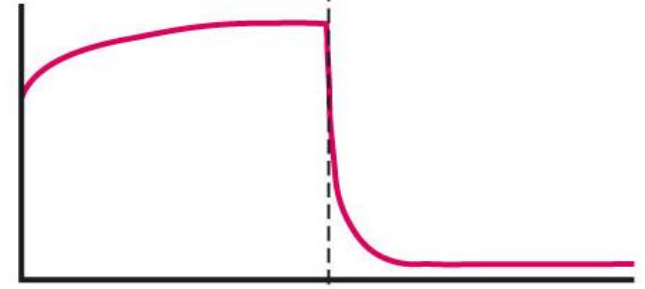
Immagine Ottica



Sensore CCD digitale



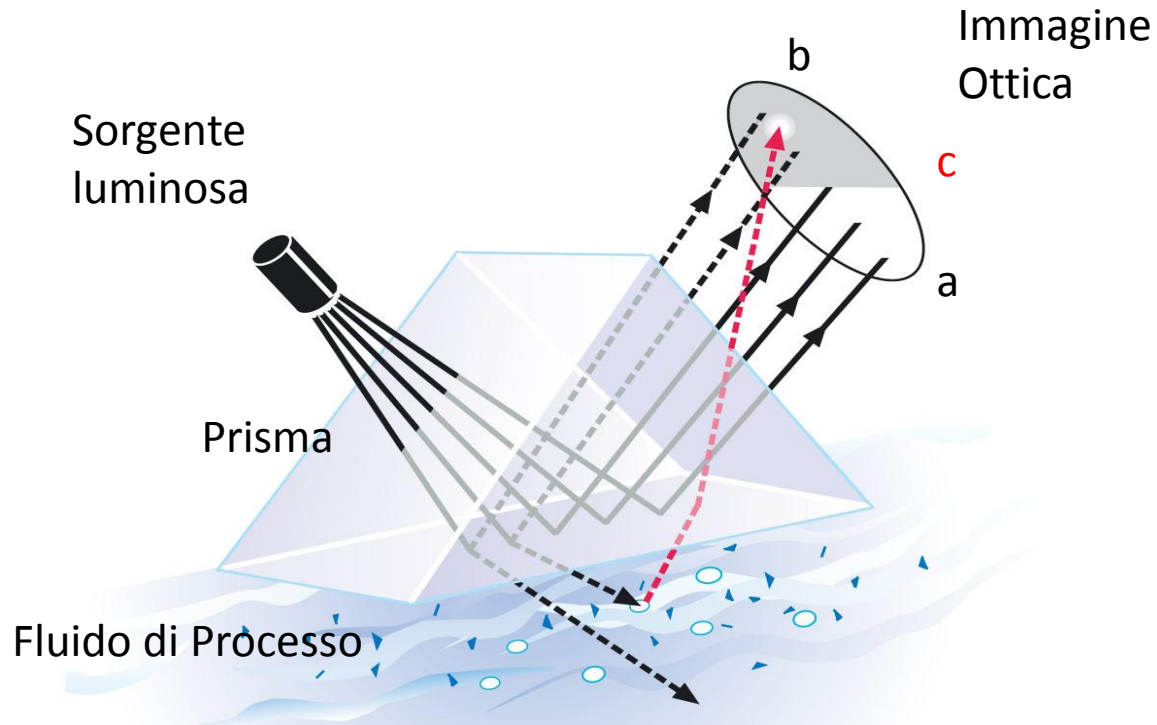
Studio di funzione



Indice di Rifrazione



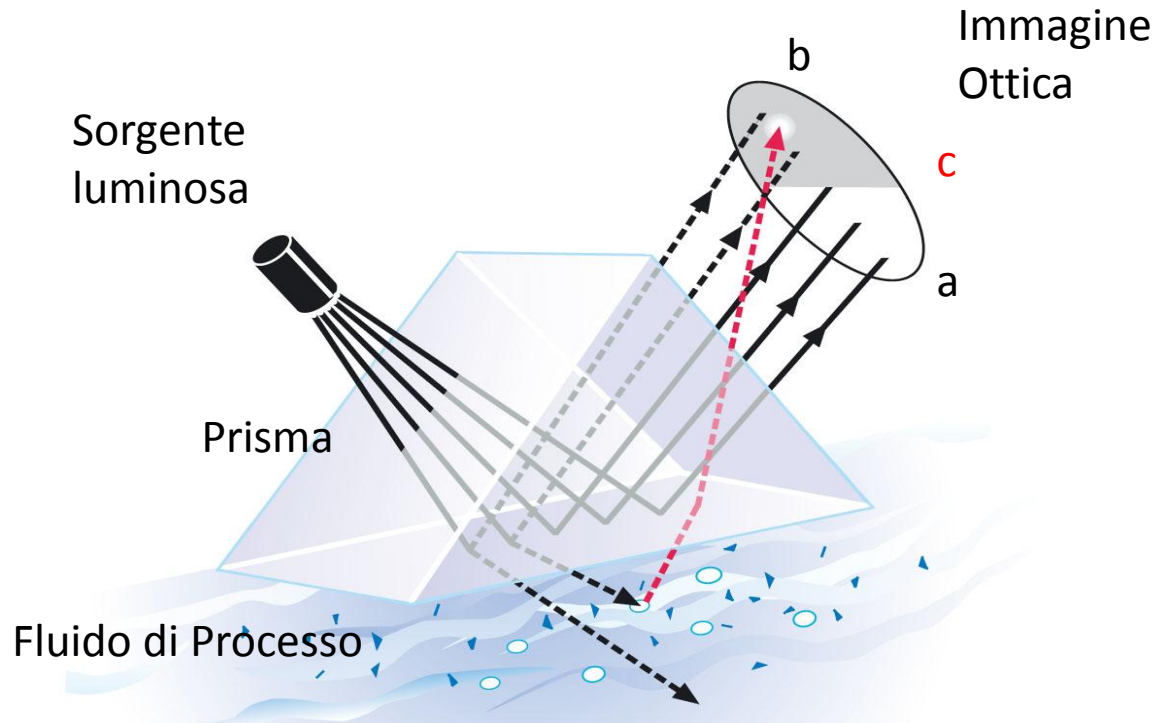
ANGOLO CRITICO SENZA COMPROMESSI



Vantaggi:

- Particolato
- Bolle
- Colore

ANGOLO CRITICO SENZA COMPROMESSI

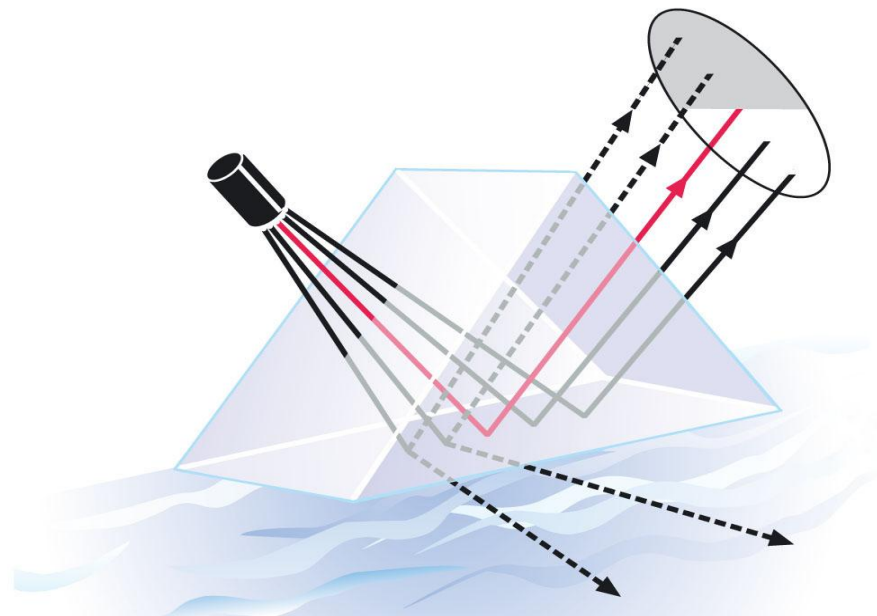


Vantaggi

Svantaggi

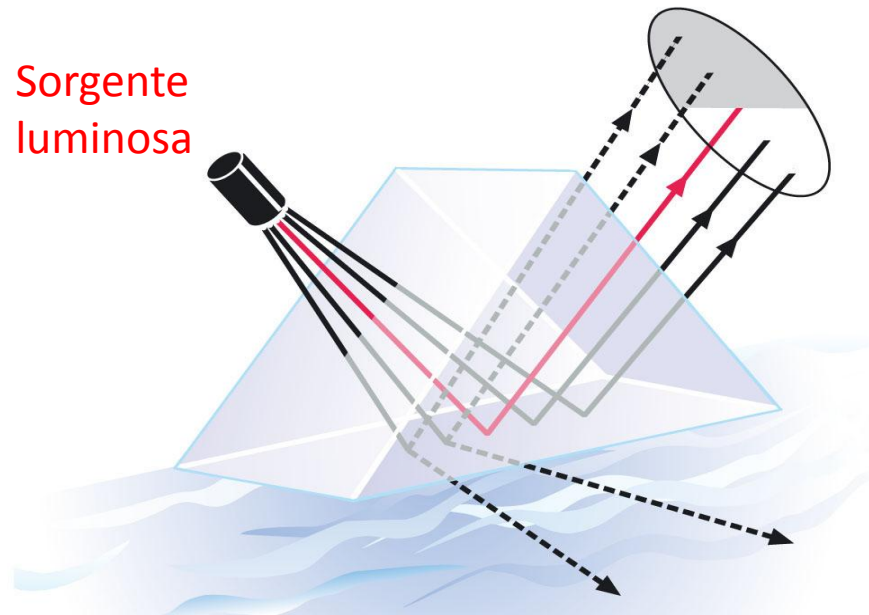
- Particolato
- Torbidità
- Colore

ANGOLO CRITICO PERCHÉ “CRITICO”?



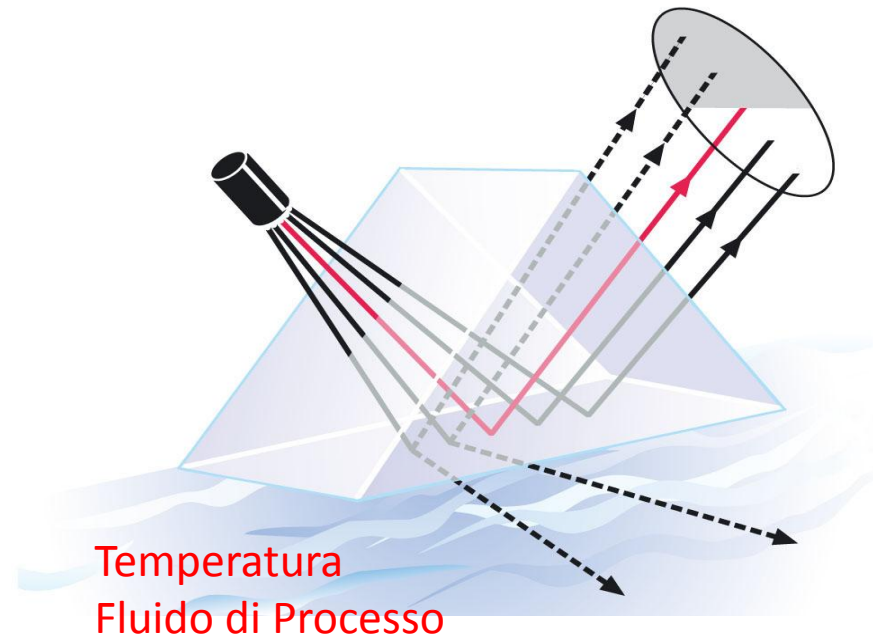
La qualità dell'analisi dipende da almeno 2 fattori “critici”

ANGOLO CRITICO PERCHÉ “CRITICO”?



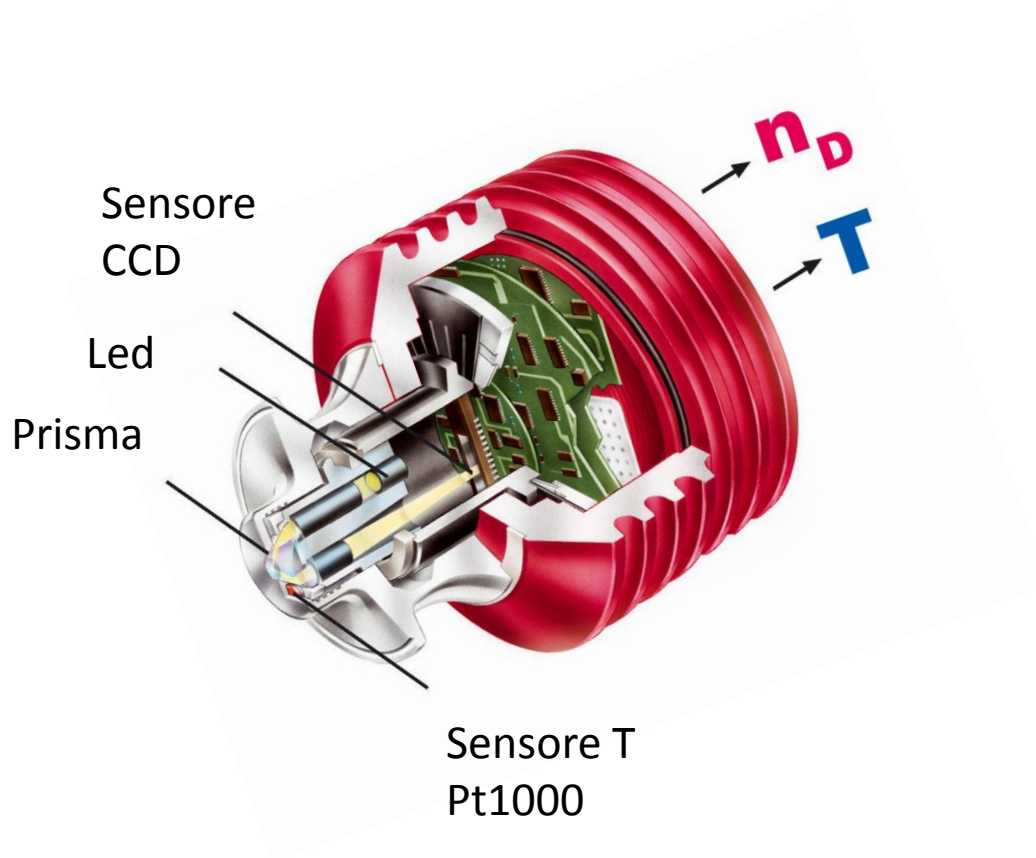
- Sodio D luce gialla a 580 nm : l'indice di rifrazione lo indichiamo come n_D
- Stabile
- Come da letteratura

ANGOLO CRITICO PERCHÉ “CRITICO”?

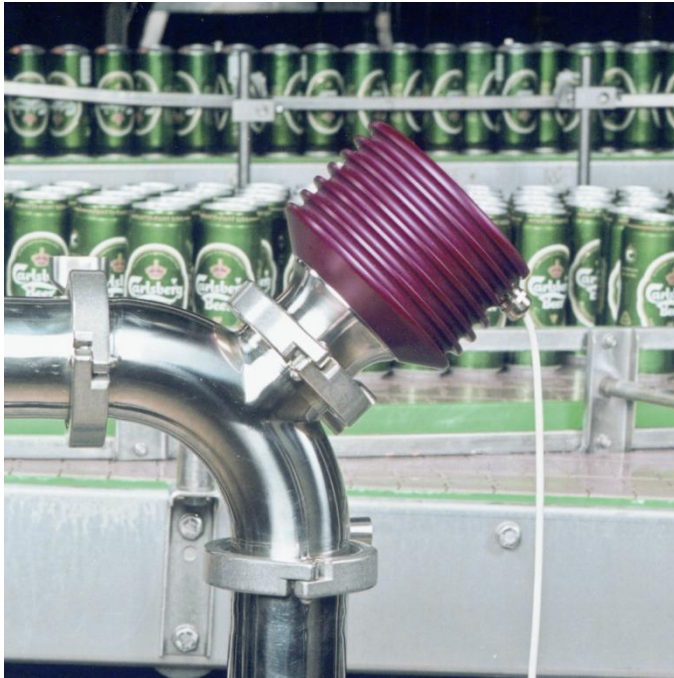


- La Temperatura influisce sulle proprietà del fluido come la densità
- Tipicamente se la T aumenta diminuisce la densità e diminuisce n_D
- La relazione fra T e n_D può non essere lineare

IL RIFRATTOMETRO



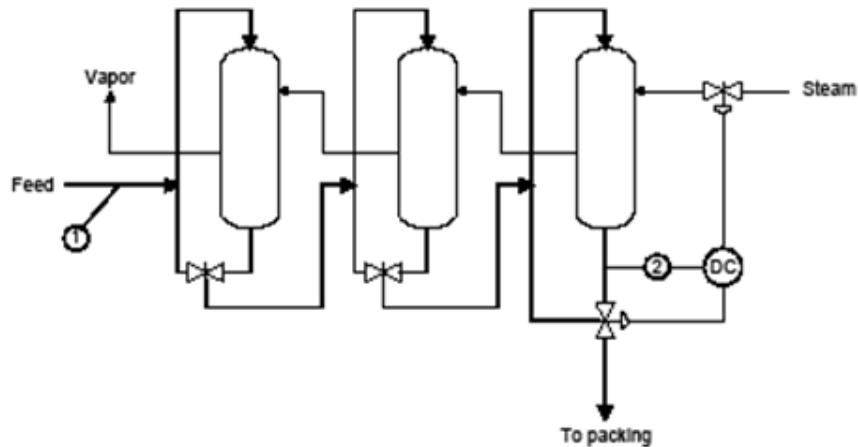
SETTORE ALIMENTARE: BIRRA



controllo qualità prodotto finale

- la birra è una soluzione di acqua e carboidrati (zucchero)
- vengono misurate le portate di acqua e birra ma ciò non tiene conto della tipologia di birra “concentrata” prodotta
- Il rifrattometro permette una corretta miscelazione per raggiungere e non superare il grado alcolico, ex 4% leggibile sull’etichetta

SETTORE ALIMENTARE: POMODORO



controllo qualità
prodotto finale

- il concentrato di pomodoro viene ottenuto rimuovendo l'acqua presente
- Il rifrattometro analizza l'ingresso negli evaporatori calcolando il brix
- Il secondo rifrattometro permette il controllo del brix del prodotto variando la portata di vapore.
- Un grado Brix (simbolo °Bx) corrisponde a 1 parte di sostanza solida (peso secco) in 100 parti di liquido.

SETTORE LAVORAZIONE METALLI: FONDERIA



Recupero liquido "distaccante"

- nella produzione di pezzi metallici viene utilizzato un liquido distaccante per separare il pezzo dalla forma
- Il distaccante è estremamente costoso e poco non fa staccare il pezzo, troppo lo sporca
- Il rifrattometro ne controlla la concentrazione in continuo aprendo la valvola del make-up.

AUTOMOTIVE: LAVAGGIO PARTI METALLICHE



Lavaggio parti metalliche Ottimizzazione detergente

- dopo la produzione di pezzi metallici per l'automotive o per elettrodomestici questi vanno sgrassati in impianti di lavaggio.
- Il detergente è estremamente costoso e poco non sgrassa il pezzo, troppo lo sporca di nuovo
- Il rifrattometro ne controlla la concentrazione in continuo aprendo la valvola del make-up.

RAFFINERIA: CONTROLLO STOCCAGGIO



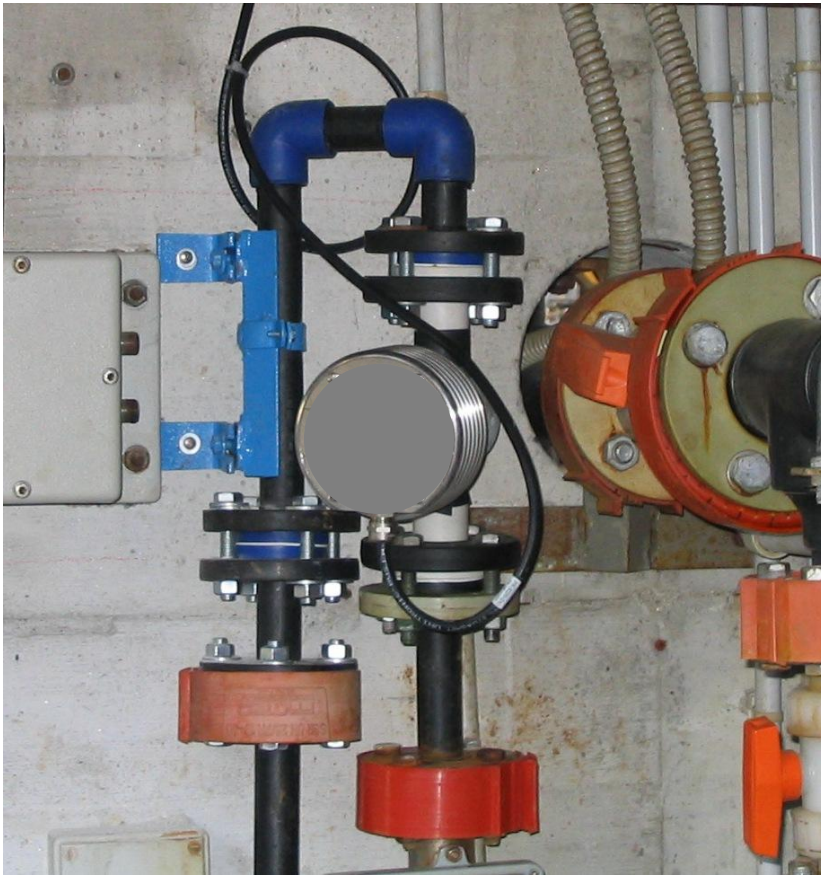
Controllo tipologia distillati

- in raffineria tra i vari distillati spiccano Benzina, Jet Fuel, Gasolio
- Avviene il trasferimento dalle unità produttive al parco serbatoio
- Il rifrattometro controlla che ogni distillato vada nel serbatoio dedicato senza il rischio di costose ri-lavorazioni, grazie ai differenti brix

Fuel	API	Brix	Ri625	C
Gasoline	55-65	45-51	1.4098-1.4222	
Jet Fuel	50-40	64	1.4511	
Diesel	40-30	71	1.4679	

CHIMICO: ACIDI E BASI

CHIMICO: ACIDI E BASI



Concentrazione Acido

- L'acido Cloridrico viene recuperato come sottoprodotto e rivenduto.
- Occorre però mantenere una concentrazione specifica, 32%
- La misura diretta della concentrazione con materiali appositi per ambiente aggressivo è la preferita dai clienti che hanno provato altre soluzioni, anche non intrusive.
- La sicurezza è aumentata perché sono stati eliminati i campionamenti manuali.

QUESTION TIME

BIBLIOGRAFIA

[1] “Fondamenti di Chimica”

P. Silvestroni – Veschi Editore – Roma

[2] “Abbe's Refractometers”

Carl Zeiss Co. - Jena

[2] “Refractive Index Analysers in-line concentration”

S. Kilpinen – Abstract

[3] “In-Situ Chemical Monitoring in Semiconductor Fabrication Chemical Supplies”

T. J. Moseman - NXP Semiconductors, Fishkill, New York