



Măsurarea calității aerului

Parametri de monitorizare

- Oxizi de azot (NO_x)
- Dioxid de sulf (SO_2)
- Monoxid de carbon (CO)
- Dioxid de carbon (CO_2)
- Ozon (O_3)
- Amoniac
- Benzen, toluen, xilen
- Metan
- Particule (pulberi) în suspensie PM10 și PM2,5
- Metale sau oxizi metalici (plumb, arsenic, cadmiu, nichel)
- Distanța de vizibilitate
- Viteza și direcția vântului
- Temperatura aerului
- Umiditatea relativă a aerului
- Presiunea atmosferică
- Radiația solară
- Cantitatea de precipitații



Măsurarea calității aerului

Clasificarea poluanților atmosferici

- Poluanți primari (emiși direct în atmosferă)
- Poluanți secundari (formați prin reacții care implică poluanți primari și alți constituenți din atmosferă)

Clasificarea surselor de poluanți atmosferici

- Surse staționare
- Surse mobile

Tipuri de surse

- Surse naturale
- Surse antropice
- Surse urbane



Măsurarea calității aerului

Legislația privind limitele concentrațiilor

Conform Lege 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător (imisii)

Poluant	Valoare limita orara (mediere 1 h)	Valoare limita zilnica (mediere 24 h)	Limite anuale pentru protectia sanatatii umane (mediere 1 year)	Limite anuale pentru protectia vegetatiei (mediere 1 year)
SO₂	350 μg/m ³	125 μg/m ³	-	20 μg/m ³
NO+NO₂	200 μg/m ³	-	40 μg/m ³	30 μg/m ³
Particule in suspensie (PM₁₀)	-	50 μg/m ³	20 μg/m ³	-
Plumb	-	-	0.5 μg/m ³	-
Benzen	-	-	5 μg/m ³	-
CO	-	10 mg/m ³	-	-
Ozon	120 μg/m ³	-	18.000 μg/m ³ h	-
Arsenic*	-	-	6 μg/m ³	-
Cadmium*	-	-	5 μg/m ³	-
Nichel*	-	-	20 μg/m ³	-

***Adaugate prin Ordin 448/2007**

Măsurarea calității aerului

Legislația privind limitele concentrațiilor

Lege 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător (imisii)

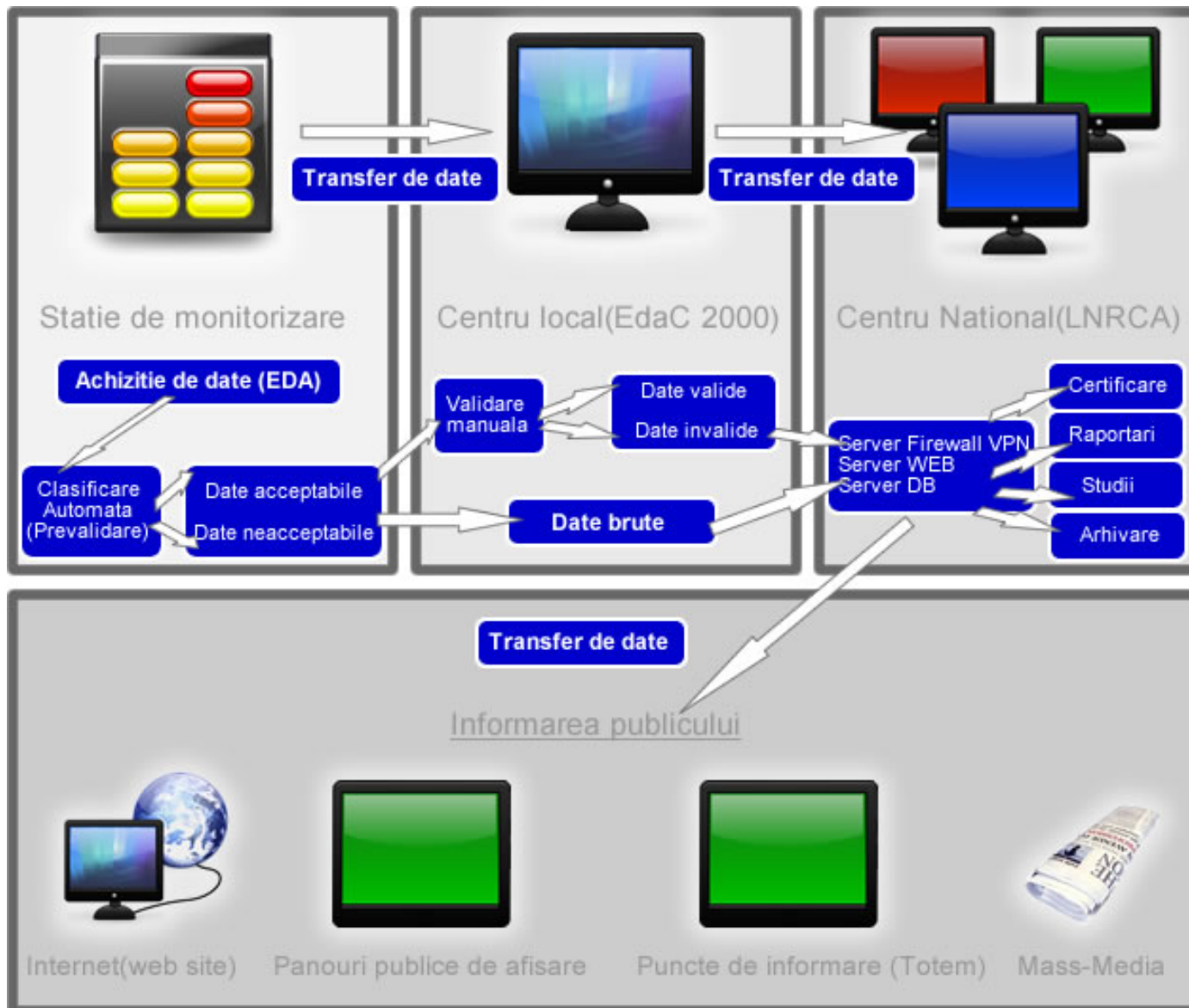
Metode de referință pentru măsurarea concentrațiilor

SO₂	Fluorescență în ultraviolet
NO+NO₂	Chemiluminiscentă
Particule in suspensie (PM₁₀)	Colectarea particulelor pe filtre și măsurarea masei (metoda gravimetrică)
Lead	Colectarea pe filtre și spectrofotometrie cu absorbție atomică
Benzene	Aspirarea pe cartușe filtrante și gazcromatografie
CO	Fotometrie nedispersivă în infraroșu
Ozone	Fotometrie în ultraviolet

Măsurarea calității aerului

Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului (RNMCA)

www.calitateaer.ro



Măsurarea calității aerului

Legislația românească privind limitele concentrațiilor admise

Legea nr. 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător (imisii)

Legea nr. 462/1993 privind emisiile din surse staționare (emisii)

Aceste legi se referă la emisiile produse de:

- Surse staționare
- Vehicule
- Infrastructuri proiectate pentru transport
- Instalații de ardere
- Arderea combustibililor

Măsurile prevazute in aceste legi sunt obligatorii pentru proprietarul instalației.

Rezultatele vor fi înregistrate și arhivate de către proprietar.

Limitele sunt date în funcție de sursă.

Dacă limitele sunt depășite, **poluatorul plătește.**

Măsurarea calității aerului

Ordinul no. 462/1993 privitor la emisii

Arzător cu combustibil lichid

Poluant	UM	Putere termica [kW/t]			
		< 100	100 - 300	300 - 500	> 500
Particule în suspensie	mg/Nm ³	50	50	50	50
CO	mg/Nm ³	170	170	170	170
SO _x (exprimat în SO ₂)	mg/Nm ³	1700	1700	1700	1700
NO _x (exprimat în NO ₂)	mg/Nm ³	450	450	450	450

Arzător cu combustibil solid

Poluant	UM	Putere termica [kW/t]			
		< 100	100 - 300	300 - 500	> 500
Particule în suspensie	mg/Nm ³	100	100	100	100
CO	mg/Nm ³	250	250	250	250
SO _x (exprimat în SO ₂)	mg/Nm ³	2000	2000	400	400
NO _x (exprimat în NO ₂)	mg/Nm ³	500	400	400	400

Măsurarea calității aerului

Ordinul no. 462/1993 privitor la emisii

Arzător cu combustibil gaz natural

Poluant	UM	Putere termica [kW/t]			
		< 100	100 - 300	300 - 500	> 500
Particule în suspensie	mg/Nm ³	5	5	5	5
CO	mg/Nm ³	100	100	100	100
SO _x (exprimat în SO ₂)	mg/Nm ³	35	35	35	35
NO _x (exprimat în NO ₂)	mg/Nm ³	350	350	350	350



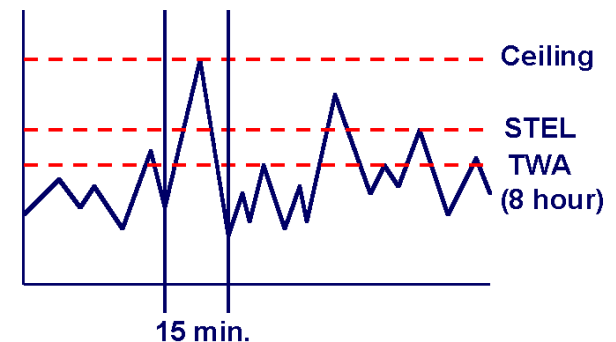
Măsurarea calității aerului

Metode și instrumentație de măsură

- Metode cu eșantionare pasivă
- Metode cu eșantionare activă
- Metode automate
- Metode optice

Orice instrument măsoară 3 tipuri de valori:

- Valori instantanee
- TWA (Time Weighted Average - medie ponderată în timp)
- STEL (Short Term Exposure Limits - limită de expunere pe termen scurt)





Măsurarea calității aerului

Metode spectrofotometrice

Spectrofotometria se bazează pe interacțiunea dintre moleculele de gaz și lumină.

$$\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Tehnici bazate pe absorbție

Se măsoară intensitatea luminii după trecerea printr-un mediu gazos. De obicei, absorbția este măsurată la mai multe frecvențe pentru a evita interferențele cu alte specii.

Principii:

- Spectroscopia de absorbție optică diferențială (SAOD)
- Transformata Fourier în infraroșu (TFIR)
- Spectrofotometrie în infraroșu nedispersiv (IRND)
- Spectroscopia de absorbție cu dioda laser (SADL)



Măsurarea calității aerului

Metode spectrofotometrice

Tehnici bazate pe emisie

Molecula de gaz este excitată de către radiația luminoasă de o anumită lungime de undă, după care se examinează lungimea de undă (alta decât cea incidentă) emisă de moleculă atunci când ea revine spontan la starea energetică inițială. Semnalul de la fotodetector este trecut printr-un filtru cu bandă îngustă și măsurat cu un tub fotomultiplicator.

Principii:

- fotometrie cu flacără
- chemiluminescență
- fluorescență în UV



Măsurarea calității aerului

Măsurarea concentrației de CO prin fotometrie nedispersiva în infraroșu

Legea Beer-Lambert

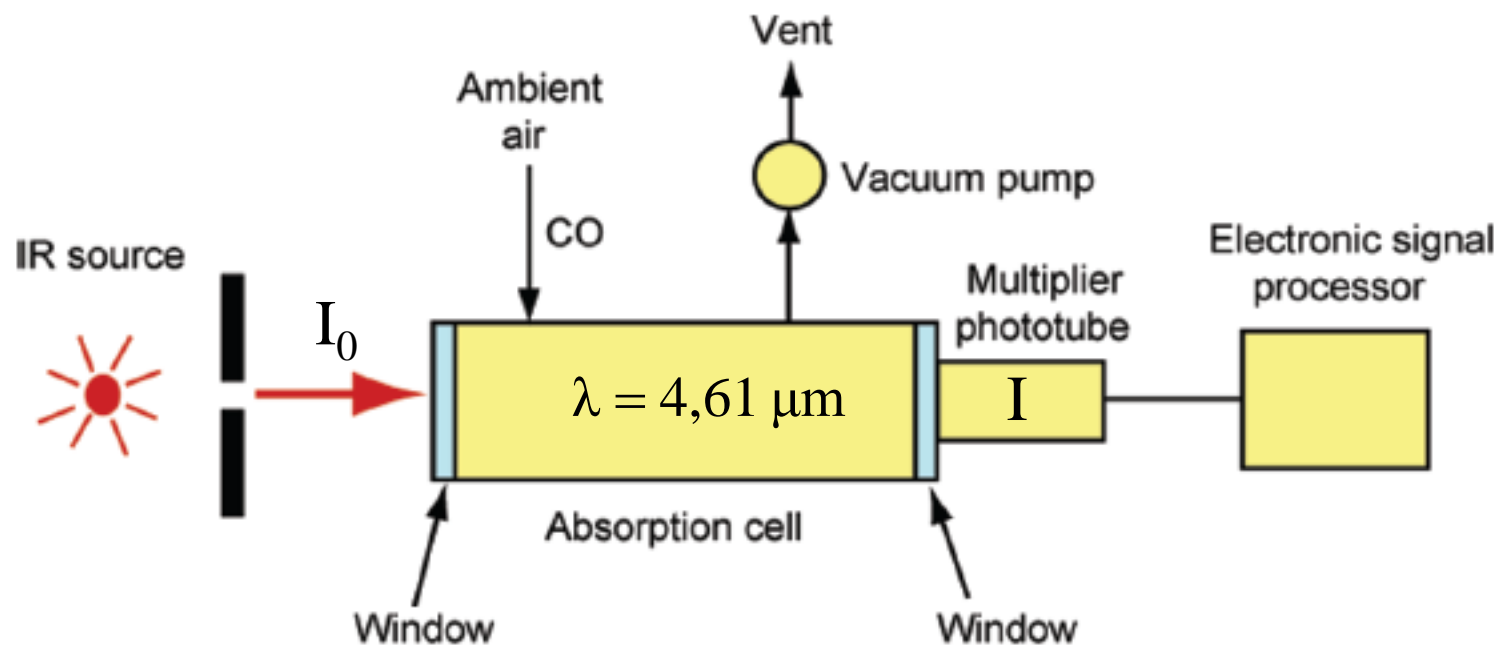
$$A = \log(I/I_0) = abC$$

A = Absorbanta

a = Coeficient de absorbție

b = Lungimea căii de lumină

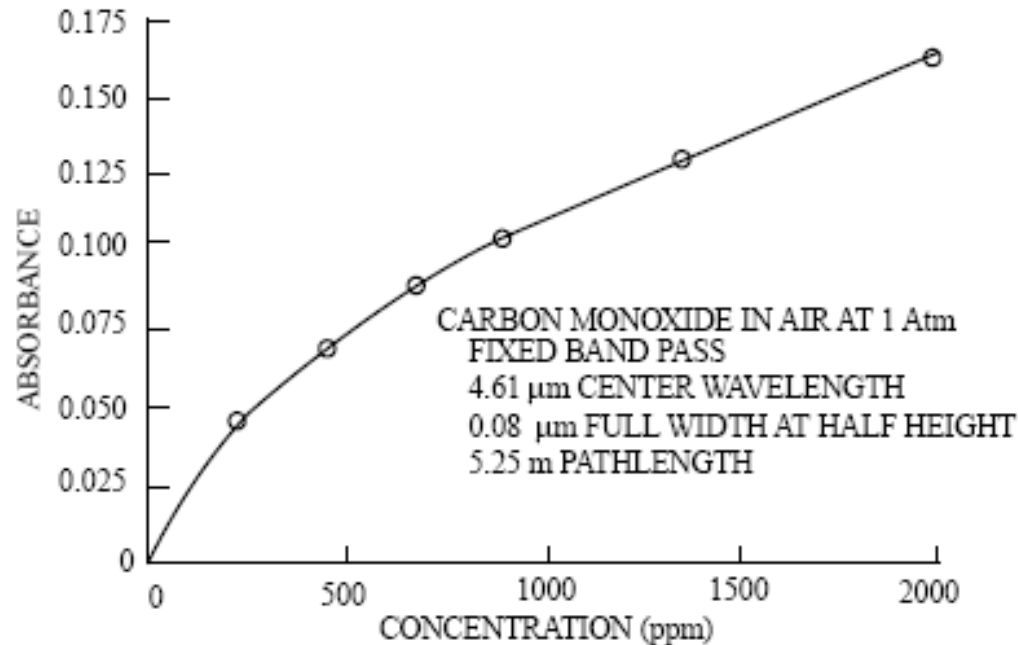
C = Concentrația





Măsurarea calității aerului

Măsurarea concentrației de CO prin fotometrie nedispersiva în infraroșu

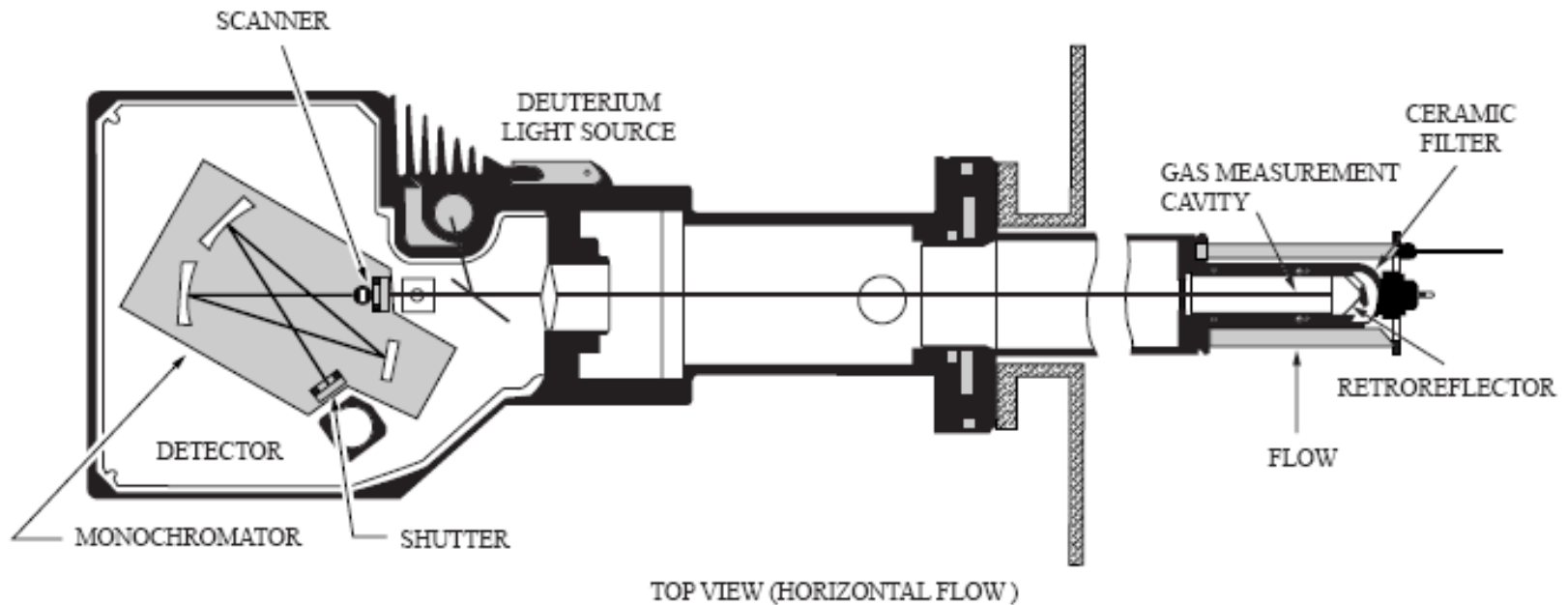


CARBON MONOXIDE SHOWS A LARGE DEPARTURE FROM THE BEER-LAMBERT LAW.

Măsurarea calității aerului

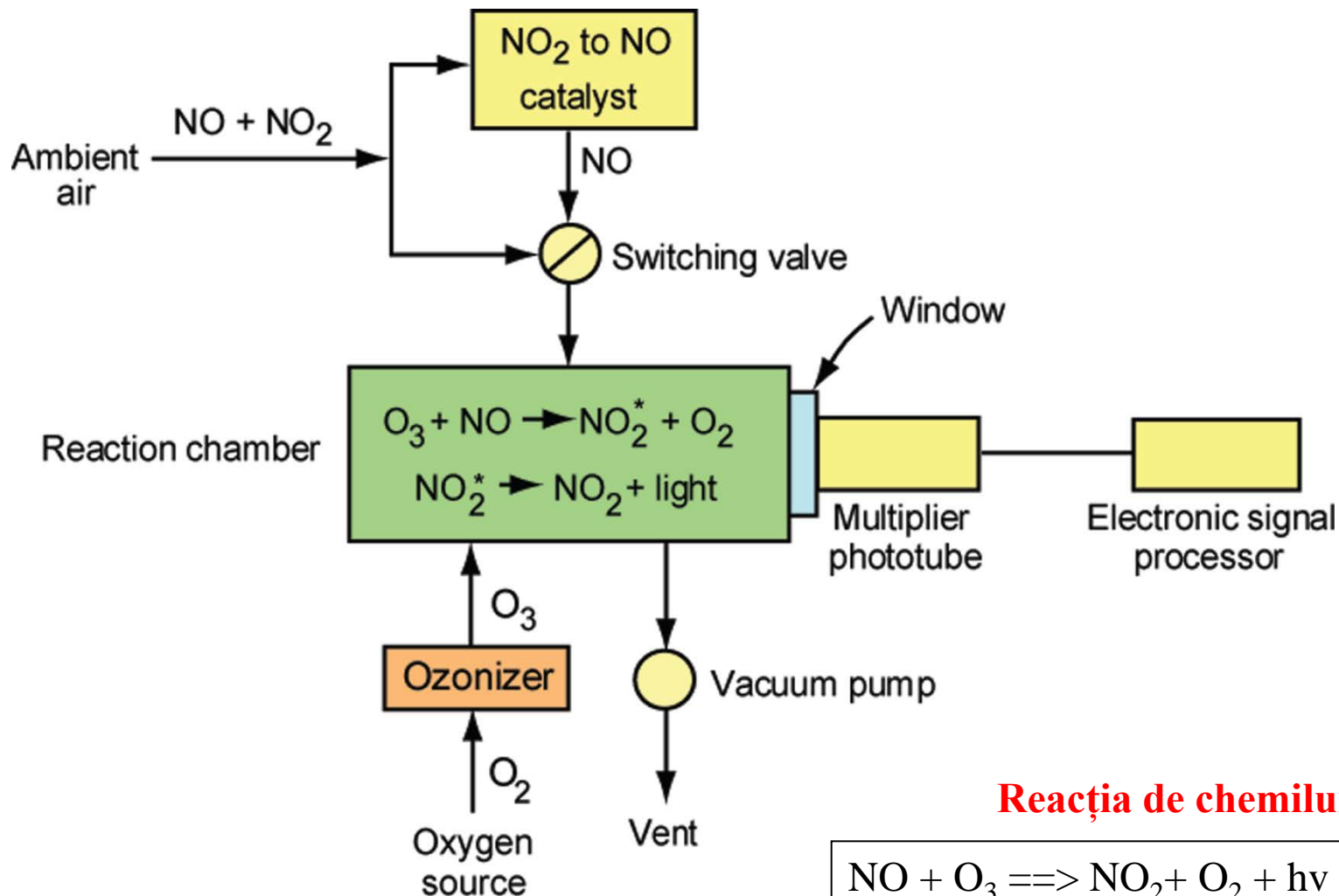
Măsurarea concentrației de CO prin fotometrie nedispersiva în infraroșu

Schema unui cap de analizor NDIR

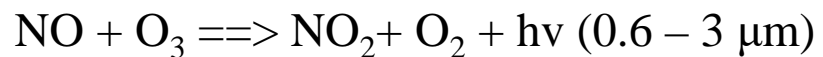


Măsurarea calității aerului

Măsurarea oxizilor de azot (NO_x) prin chemiluminiscentă



Reacția de chemiluminiscentă





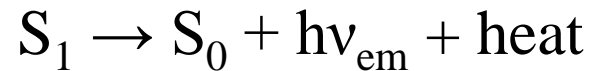
Măsurarea calității aerului

Măsurarea dioxidului de sulf (SO₂) prin fluorescență în UV

Excitarea

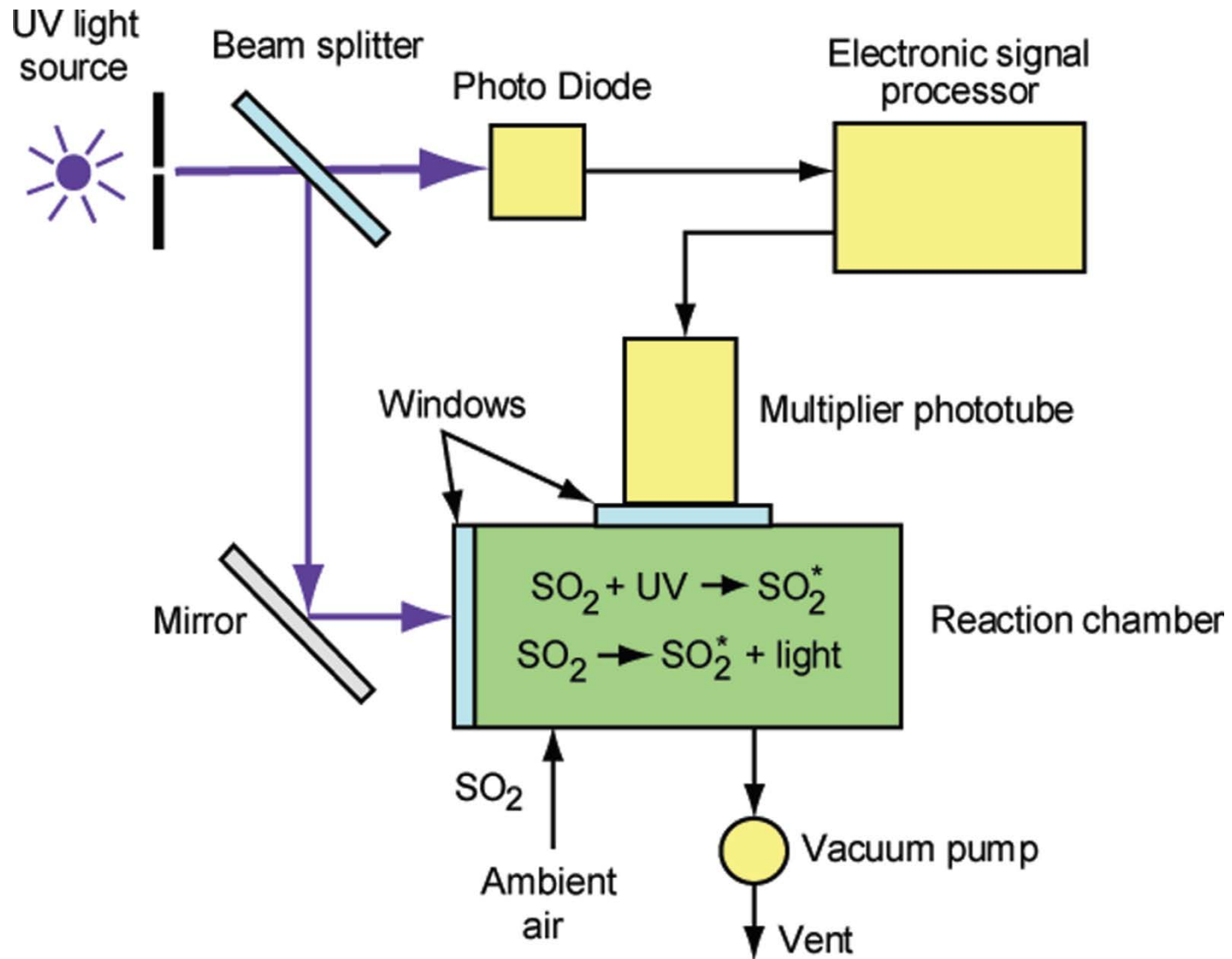


Fluorescenta (emisie)



Măsurarea calității aerului

Măsurarea dioxidului de sulf (SO₂) prin fluorescență în UV



Măsurarea calității aerului

Măsurarea dioxidului de sulf (SO₂) prin fluorescență în UV

Teledyne 100E Analizor SO₂



Domenii de măsură: 0-50 ppb până la 0-20.000 ppb pe scară completă, selectabilă de către utilizator sau scalabilă automat

Unități de măsură: ppb, ppm, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mg/m^3

Zgomot de zero: $< 0,2$ ppb (RMS)

Zgomot de măsurare: $< 0,5\%$ din val. citită (RMS) peste 50 ppb

Limita inferioară de detecție (LID): 0,4 ppb

Linearitate: 1% din capatul de scară

Precizie: 0,5% din valoarea citită peste 50 ppb

Ieșiri analogice: 10V, 5V, 1V, 0.1V, selectabile

Interfețe seriale:

Port serial 1: RS-232 (DB-9M)

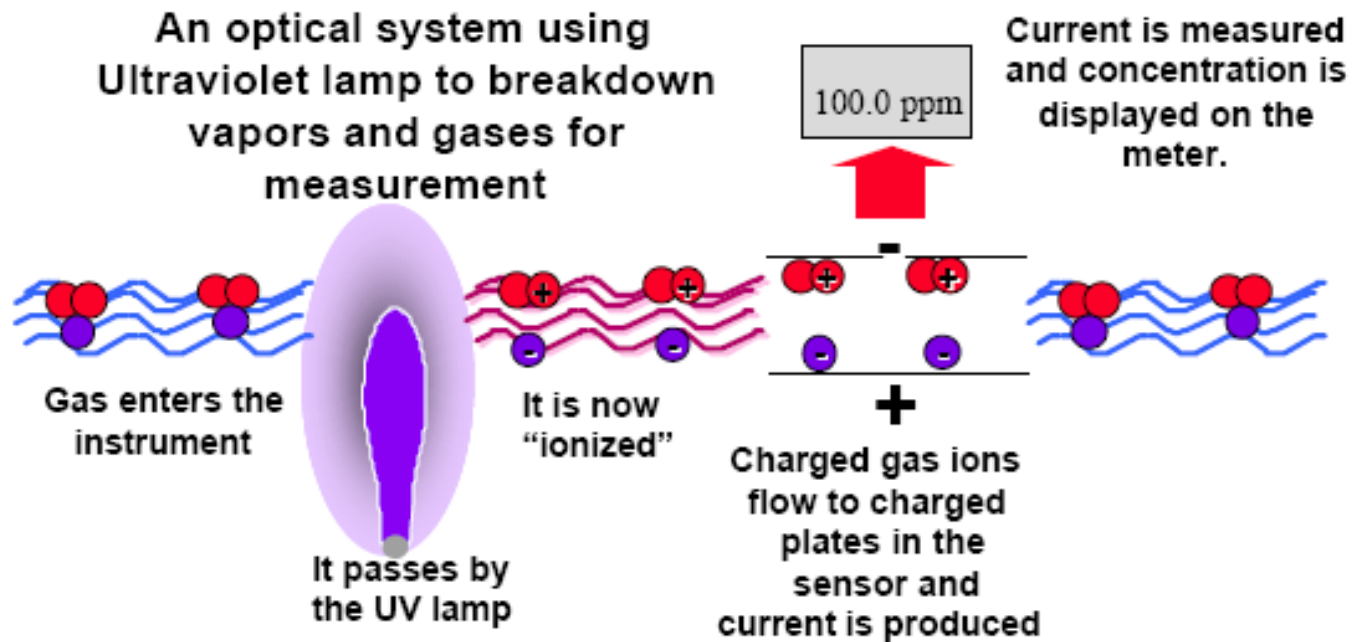
Port serial 2: standard RS-232 sau opțional

RS-485 (DB-9F), Ethernet



Măsurarea calității aerului

Măsurarea compușilor organici volatili (COV) prin metoda fotoionizării PID – Photo Ionization Detection

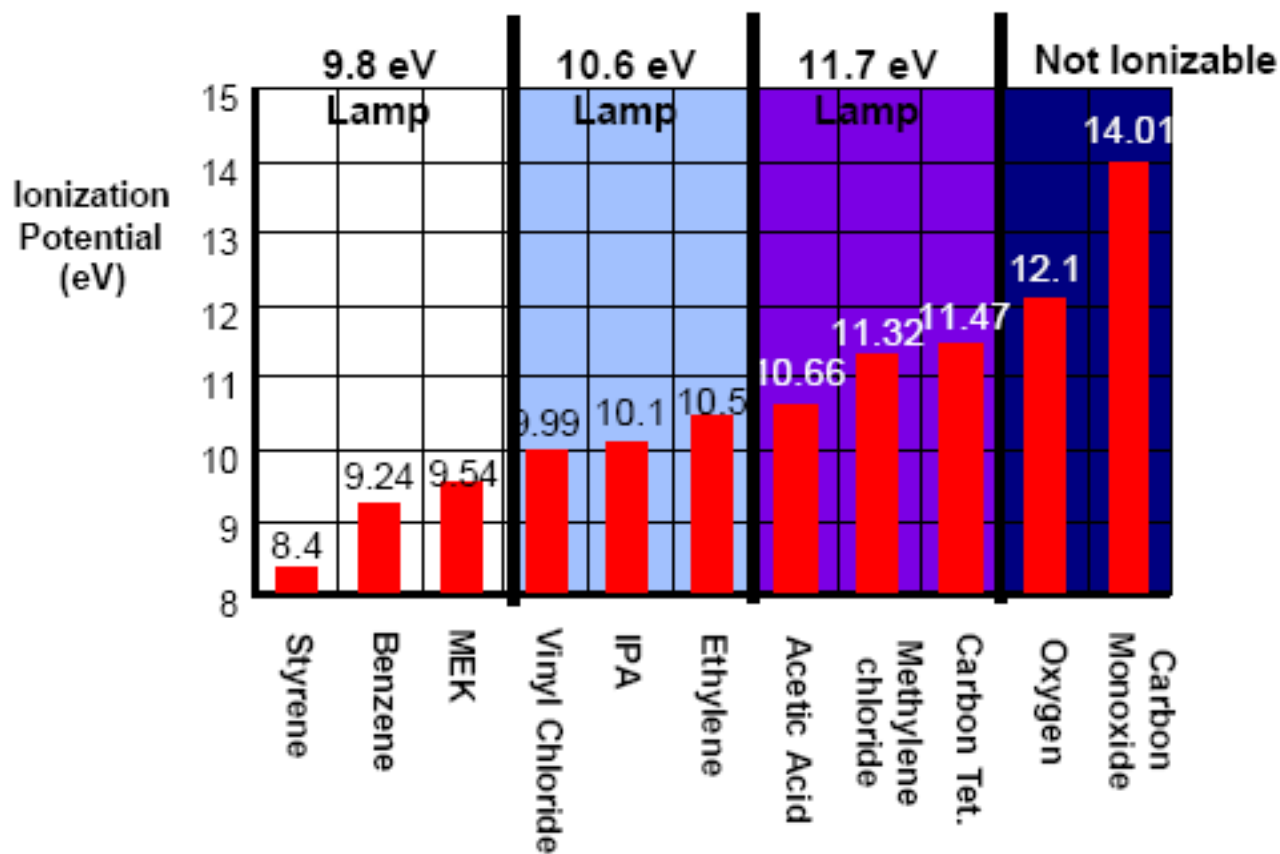




Măsurarea calității aerului

Măsurarea compușilor organici volatili (COV) prin metoda fotoionizării PID – Photo Ionization Detection

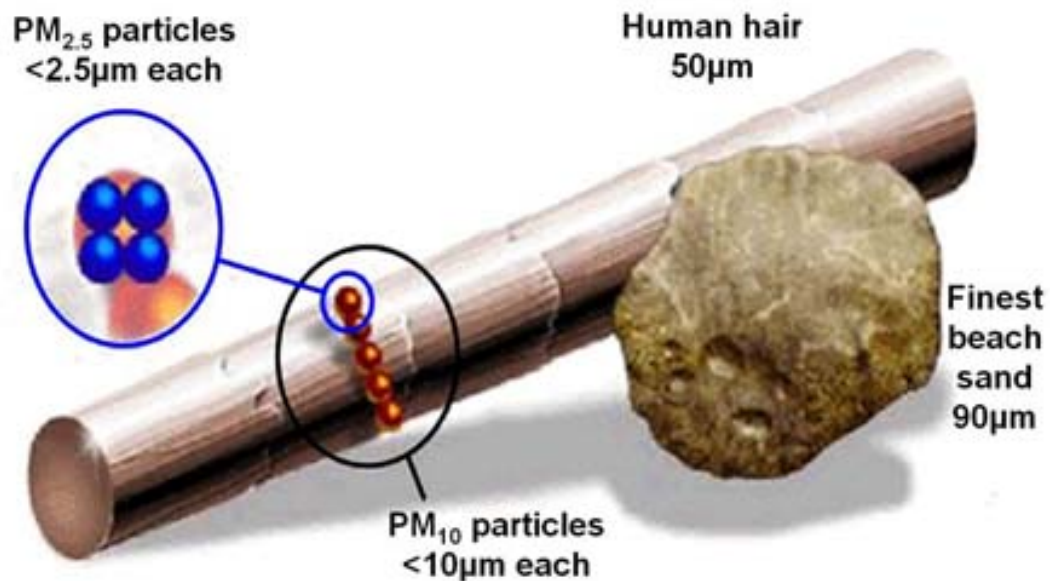
Some Ionization Potentials (IPs) for Common Chemicals





Măsurarea calității aerului

Măsurarea particulelor în suspensie (*particulate matter* – PM)



Fracție	Dimensiune
PM ₁₀ (Fracție toracică)	≤ 10 μm
PM _{2.5} (Fracție respirabilă)	≤ 2.5 μm
PM _{2.5} – PM ₁₀ (Fracție grosieră)	2.5 - 10 μm
PM ₁ (Fracție fină)	≤ 1 μm
UFP sau UP (Fracție ultrafină)	≤ 0.1 μm

Aerosoli = particule + gaz

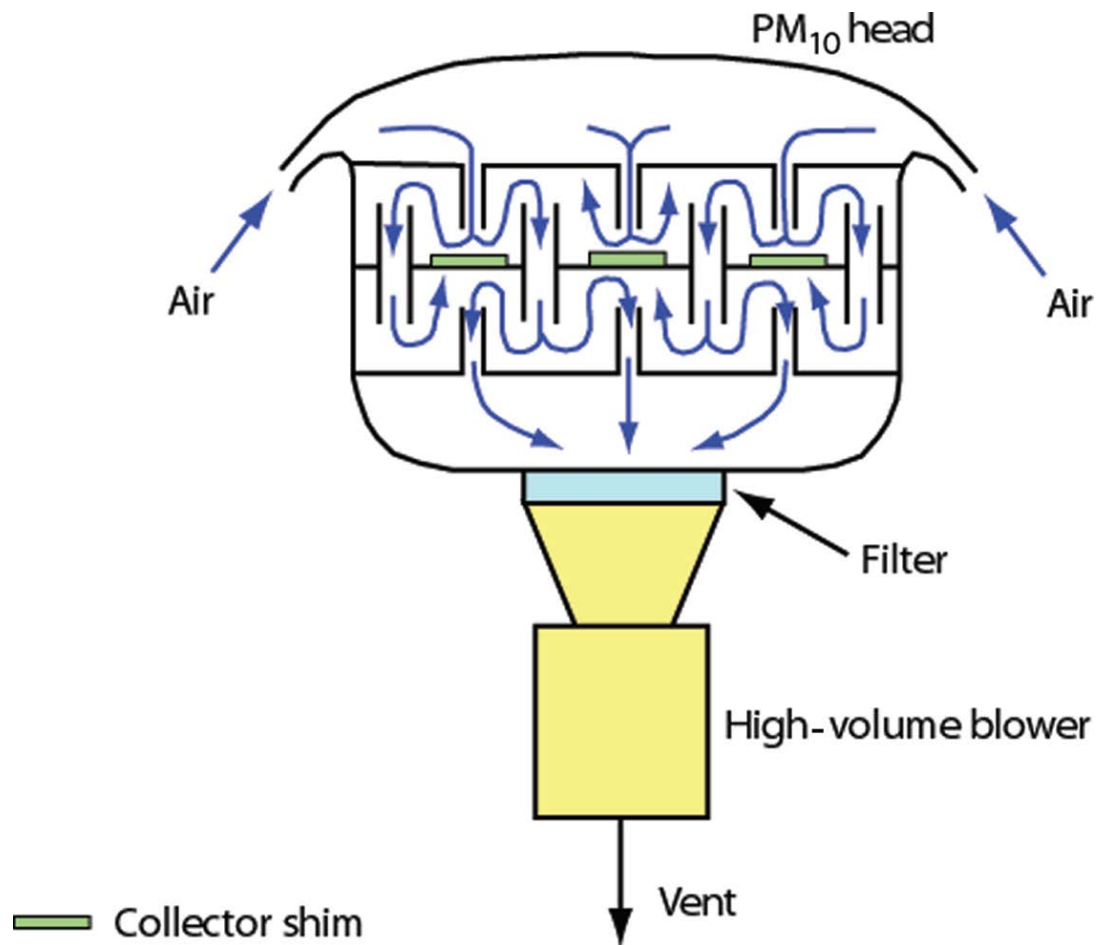


Măsurarea calității aerului

Măsurarea particulelor în suspensie (*particulate matter* – PM)

Metoda gravimetrica

Metoda gravimetrica constă în aspirarea unui volum de aer pe filtre de membrană cu dimensiunea medie a porilor de $0.80\text{-}0.85\ \mu\text{m}$ și cântărirea pulberilor depuse pe filtru.



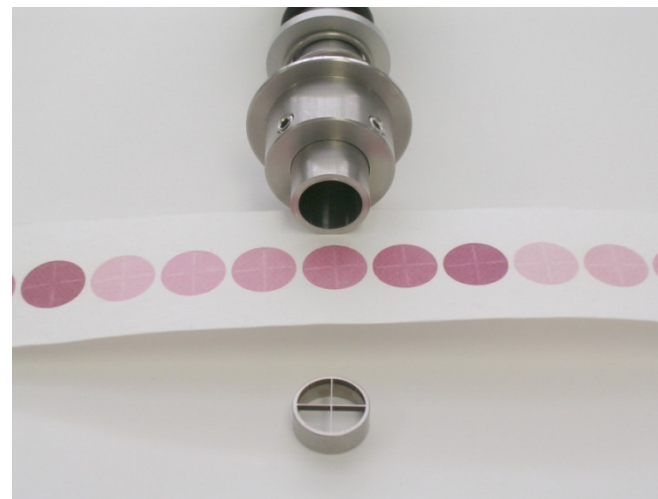
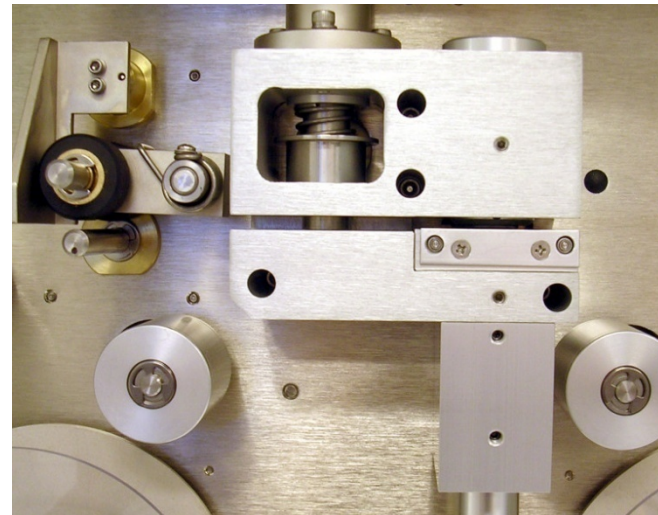


Măsurarea calității aerului

Măsurarea particulelor în suspensie (*particulate matter* – PM)

Metoda atenuării β

Aparat: BAM-1020 EnviroTechnology



Măsurarea calității aerului

Măsurarea particulelor în suspensie (*particulate matter* – PM)

Metoda atenuării β

Aparat: BAM-1020 EnviroTechnology

Specificații tehnice

- **Sursa:** Carbon-14 (C-14), <3,7 MBq
- **Intervalul de măsurare:** 0 până la 1,0, 2,0, 3,0, 5,0, 10,0 mg/m³
sau 0 până la 100, 1.000, 2.000, 3.000, 5.000, 10.000 μg/m³
- **Limita minimă de detecție:** 6 μg/m³ (1/2 oră), 4 μg/m³ (1 oră)
3 μg/m³ (3 ore), 1 μg/m³ (24 de ore)
- **Rezoluție:** 0,1 μg/m³
- **Precizie:** ± 2,0 μg/m³ <80 μg/m³, 4-5 μg/m³> 80 μg/m³ (24 ore)
- **Precizie (pentru măsurarea masei):** ± 5%

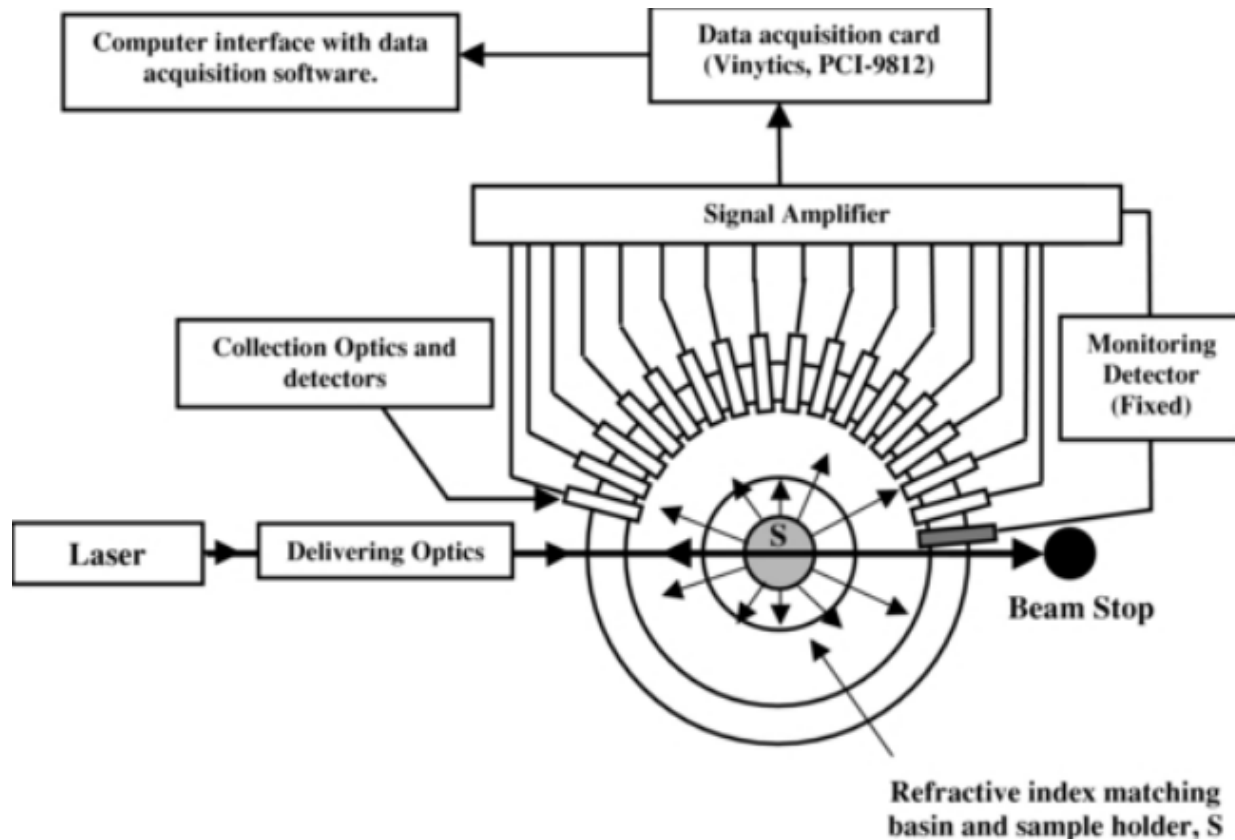


Măsurarea calității aerului

Măsurarea particulelor în suspensie (*particulate matter* – PM)

Metode optice

Metoda nefelometrica



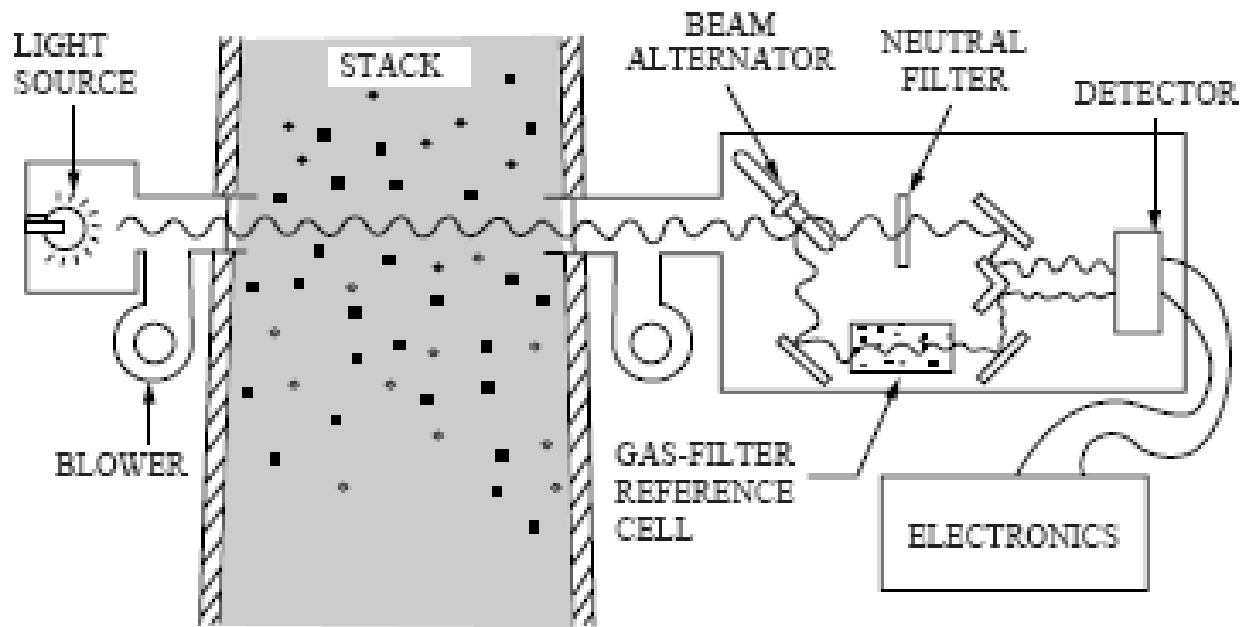


Măsurarea calității aerului

Măsurarea particulelor în suspensie (*particulate matter* – PM)

Metode optice

Monitorizare continua

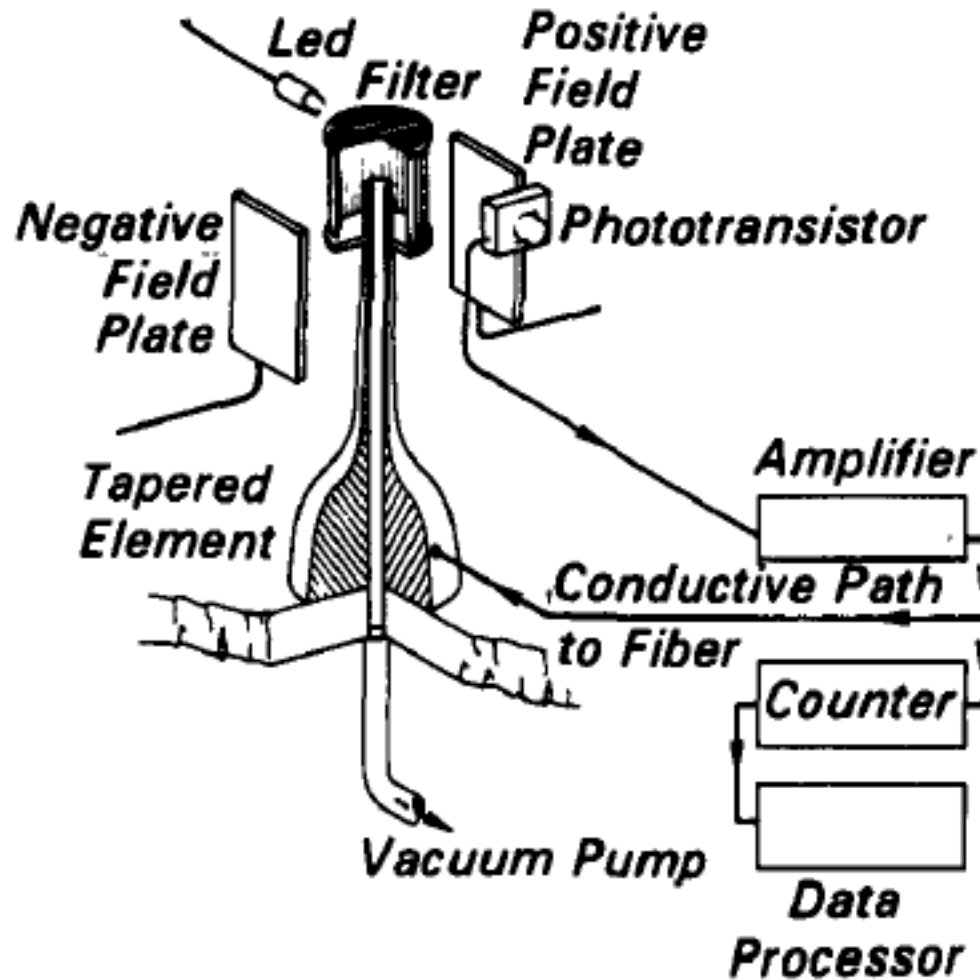




Măsurarea calității aerului

Măsurarea particulelor în suspensie (*particulate matter* – PM)

Microbalanță vibrantă cu element conic (MVEC)





Air quality monitoring

Măsurarea poluanților gazoși la cosuri (emisii)

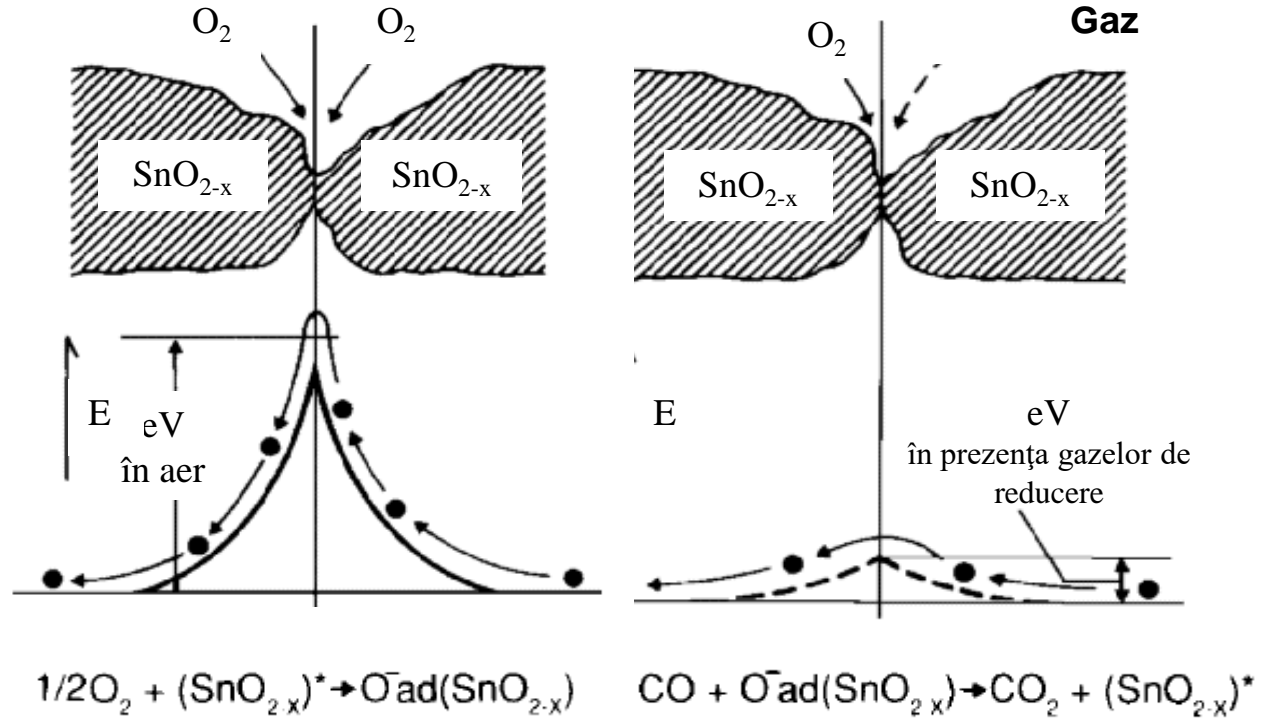
Senzori cu oxizi metalici

$$R = A \cdot [C]^{-\alpha}$$

R = resistance

A, α = constants

C = gas concentration



Oxid metalic	Gaz detectat
TiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , CoO, ZnO, ZrO ₂ , SnO ₂ , La ₂ O ₃	O ₂
Cr ₂ O ₃ , NiO, ZnO, ZrO ₂ , SnO ₂ , In ₂ O ₃	CO
Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , Co ₃ O ₄ , ZnO	CH ₄
SnO ₂ , VO	NO _x
ZnO, Al ₂ O ₃ , SnO ₂	halogens