

نمونه سؤالات : اصول مهندسی آلودگی هوا

- ۱) اثرات دی اکسید گوگرد بیش از حد در اتمسفر بر گیاه را تشریح نمایید؟
- ۲) استانداردهای انتشار به چند نوع تقسیم می شوند، نام برده و توضیح دهید؟
- ۳) وارونگی را تعریف کرده و وارونگی تشعشعی و فروکشی را نیز تشریح کنید؟
- ۴) ذرات ناشی از احتراق از طریق چه روشهایی تشکیل می شوند؟ توضیح دهید
- ۵) چهار نوع اصلی تجهیزات کنترل مواد معلق و شرایطی که باعث بیشترین کارایی آنها می شود را توضیح دهید؟

۱۰۱۰) اثر SO_2 بیش از حد در اتمسفر بر برگها ابتدا به صورت آسیب سلولی به ناحیه پارانشیم اسفنجی در مزوفیل ظاهر می شود، که به دنبال آن آسیب به ناحیه نردبانی رخ می دهد. در حمله اولیه، برگ به صورت خیس شده (water-soaked) به نظر می رسد. بعد از خشک شدن، در نواحی تحت تاثیر قرار گرفته، یک رنگ سفید یا شیری ظاهر می شود. ظاهراً مقدار آستانه ای وجود دارد که در کمتر از آن، برگ قادر است گاز را بدون آسیب مصرف کند. مقدار آستانه ذکر شده برای گیاهان حساس برابر $0/3$ پی پی ام با تماس مداوم 8 ساعته می باشد. غلظت های $0/3-0/5$ پی پی ام برای چند روز منجر به آسیب مزمن به گیاهان حساس می شود. SO_2 بطور مستقیم وارد استوماتا می شود و سلولهای گیاهی در مزوفیل، آن را به سولفیت و سپس سولفات تبدیل می کند. ظاهراً وقتی SO_2 بیش از حد وجود داشته باشد، سلولها در اکسید نمودن سولفیت به سولفات با سرعت مناسب ناتوان هستند و تخریب ساختار سلول شروع می شود. اسفناج، کاهو و دیگر گیاهان پربرگ، همانند کتان و یونجه و آلفا آلفا جزو حساسترین گیاهان می باشند. برگهای سوزنی کاج هم تحت تاثیر قرار می گیرند، قسمت نوک سوزن یا کل سوزن قهوه ای و شکننده می شود.

۲) ۱۰۱۰) 8 نوع

- 1- استانداردهای انتشار مرئی: تاری ستون دود ناشی از دودکش ها با نقاط انتشار غیر قابل کنترل که معمولاً نمی بایست برابر یا فراتر از تاری تعیین شده یعنی 10 درصد باشد
- 2- استانداردهای غلظت مواد معلق: این استانداردها نرخ انتشار قابل قبول حداکثر را بر حسب حجم/جرم یا به عبارتی گرم به ازای متر مکعب استاندارد خشک یا گرین به ازای فوت مکعب استاندارد خشک مشخص می کنند. برای فرایندهای احتراق معمولاً جهت جلوگیری از ترقیق جریان، که باعث غلظتهای پایینتری خواهد شد، غلظت ها بر اساس محتوای O_2 یا CO_2 ثابت گزارش می شوند. به عبارتی استانداردهای زیاله سوز معمولاً در 12 درصد CO_2 گزارش می شوند.
- 3- استانداردهای وزنی یا جرمی مواد معلق فرایندی: حداکثر انتشارات قابل قبول مواد معلق در این مورد متناسب با جرم واقعی مواد فرایندی یا تولیدی می باشند. یعنی g مواد معلق به ازای هر kg محصول گزارش می شوند.
- 4- استانداردهای غلظت گاز: استانداردهای گاز معمولاً بر حسب حجم/جرم یا حجم/حجم یا به عبارتی $dscm/g$ یا ppm بیان می شوند.
- 5- ممانعت از انتشارات: نمونه ای از این استاندارد ممانعت از سوزاندن در فضای باز یا سوزاندن زائدات باغچه می باشد
- 6- مقررات سوخت: استانداردهای سوخت ممکن است برای تجهیزات احتراق سوخت مختلف، محتوای آلاینده های معینی را محدود نمایند. یعنی $0/5$ درصد گوگرد برای زغال سنگ، کاهش فشار بخار بنزین، کاهش یا حذف استفاده از سوخت های حاوی سرب
- 7- منطقه بندی محدوده ها: در واقع به علت ماهیت تاسیساتی که می توانند ساخته شوند، تصویب مقررات منطقه ای، انتشارات را در مناطق معینی محدود می کند.
- 8- استانداردهای بر مبنای پراکندگی: این استانداردها انتشار مجاز آلاینده ها را بر مبنای سهم آنها در کیفیت هوای آزاد محدود می کنند.

وقتی که درجه حرارت با ارتفاع افزایش یابد در این حالت نرخ کاهش منفی و شرایط اتمسفری را وارونگی می نامند. این حالت شدیداً پایدار است و به صورت گرادیان درجه حرارت پتانسیل بسیار مثبت شناخته می شود. وارونگی فروکشی: وارونگی که از طریق نشست لایه ای از هوا در توده هوای پرفشار به وجود می آید. این نوع یک لایه وارونگی است که به طور معمول در فاصله نسبتاً زیادی از سطح زمین قرار گرفته است و از طریق تراکم و گرم شدن آدیاباتیک لایه ای از هوا که به ارتفاعات پایین تر در یک مرکز پرفشار نشست کرده ایجاد می شود. اگر نشست لایه برای مدت زمان کافی دوام داشته باشد، گرادیان درجه حرارت مثبت در لایه به وجود خواهد آمد. این گرادیان باعث ایجاد لایه اینورژن می شود. لذا توده هوای نشست کننده همانند سرپوش بزرگی بر روی اتمسفر زیر آن عمل می کند. باید توجه نمود که این وارونگی در ارتفاعات بالا نسبت به منابع انتشار رخ می دهد و در نتیجه عمدتاً در مسائل آلودگی کوتاه مدت نقشی ندارند. با این حال ممکن است این آلودگی چندین روز دوام داشته باشد و نقش عمده ای در تجمع بلند مدت آلاینده ها دارد.

وارونگی تشعشعی: وارونگی که حاصل از تشعشع امواج مادون قرمز از سطح زمین به داخل اتمسفر محلی در شب ایجاد می شود. در این وارونگی لایه های سطحی اتمسفر در طی روز به طریق هدایت، همرفت و تابش، حرارت را از سطح زمین دریافت و گرم می شوند. این امر منجر به پروفیل درجه حرارت در اتمسفر تحتانی شده که با یک گرادیان منفی درجه حرارت نشان داده می شود. لایه های هوای مجاور سطح زمین به نحوی سرد می شوند که درجه حرارت آنها کمتر از درجه حرارت لایه های هوای واقع در ارتفاعات بالاتر است. در نتیجه پروفیل درجه حرارت در طی روز وارونه شده و یک لایه وارونگی پایدار اتمسفر تحتانی بالای سطح زمین را می پوشاند. شدیدترین حالت این نوع وارونگی تنها قبل از طلوع خورشید و در طی زمان هایی است که آسمان صاف باشد و بادهای ملایم بوزد. در هنگام صبح با گرم شدن سطح زمین توسط خورشید، وارونگی تشعشعی نیز به تدریج از بین رفته و حرکت بالا رونده جریان هوای گرم دوباره شکل می گیرد. پوشش برف سبب طولانی شدن وارونگی صبحگاهی می شود. و چون وارونگی تشعشعی عمدتاً در طی شب بدون ابر و باد رخ می دهد لذا احتمال خیلی کمی وجود دارد که به کمک ریزش نزولات جوی یا توسط حرکت جانبی باد از بین برود.

پیدایش همزمان دو وارونگی تشعشعی و فروکشی با هم منجر به پدیده ای به نام محبوس شدن ستون دود می شود.

1- حرارت ممکن است سبب تبخیر مواد شده و سپس این بخارات متراکم می گردند. ذرات حاصله دارای اندازه بین 0/1 و 1 میکرومتر هستند

2- ممکن است واکنشهای شیمیایی فرایند احتراق سبب تولید ذرات ناپایدار کوچکتر از حدود 0/1 میکرومتر شوند

3- فرایندهای مکانیکی ممکن است سبب انتشار خاکستر یا ذرات سوخت مساوی یا بزرگتر از 1 میکرومتر شوند

4- در صورت اسپری نمودن سوخت مایع، ممکن است مستقیماً خاکستر بسیار ریزی رها شود

5- در احتراق ناقص سوخت های فسیلی ممکن است تولید دوده نمایند.

۵(۱۰۱۰) 1- سیلیکون ها: معمولاً هنگامی استفاده می شوند که:

الف: گرد و غبار درشت باشد

ب: غلظت ها نسبتاً بالا باشند

ج: طبقه بندی مد نظر باشد

د: راندمان های بسیار بالا مورد نیاز نباشد

2- اسکرابرهای مرطوب: معمولاً هنگامی استفاده می شوند که:

الف: نیاز به حذف ذرات ریز در راندمان های نسبتاً بالا باشد

ب: خنک سازی ممکن است مطلوب باشد و رطوبت ناخوشایند نباشد

ج: گازها قابل احتراق باشند

د: نیاز به حذف آلاینده های گازی به علاوه ذره ای باشد

3- فیلترهای پارچه ای: معمولاً هنگامی مورد استفاده قرار می گیرند که:

الف: راندمان های بسیار بالا مورد نیاز باشند

ب: مواد ارزشمند به صورت خشک جمع آوری شوند

ج: گاز همیشه در بالای نقطه شبنم خود باشد

د: حجم ها به طور قابل قبولی پایین باشند

ه: درجه حرارت ها نسبتاً پایین باشند

4- ترسیب دهنده های الکتروستاتیکی: معمولاً هنگامی مورد استفاده قرار می گیرند که:

الف: راندمان های بسیار بالا برای حذف گرد و غبارهای ریز مورد نیاز باشند

ب: حجم های بسیار بزرگ گاز باید تصفیه شوند

ج: نیاز به بازیافت مواد ارزشمند باشد

۱(۱۰۱۰) اصطلاحات زیر را تعریف کنید؟

نرخ کاهش آدیاباتیک

اندازه آیرودینامیکی

فیوم

میست

۲(۱۰۱۰) شرایط ستون دود بالارونده (Lofting plume) را با رسم شکل توضیح دهید؟

۳(۱۰۱۰) انواع وارونگی هوا را با رسم شکل توضیح دهید؟

۴(۱۰۱۰) آلودگی اولیه و ثانویه در هوا را تعریف کنید و مثال بزنید؟

۵(۱۰۱۰) مزایا و معایب فیلترهای پارچه ای را نام ببرید؟

۱- آلودگی اولیه و ثانویه در هوا را تعریف کنید و مثال بزنید؟

۲- پدیده دودی شدن (Fumigation) تحت چه شرایطی ایجاد میشود. با رسم شکل توضیح دهید؟

۳- انواع وارونگی دما را با رسم شکل توضیح دهید؟

۴- میزان دما در سه ارتفاع مشخص مطابق زیر اندازهای گرفته شده است. با توجه به اطلاعات زیر کدامیک از شرایط پایداری آلودگی هوا تحت شرایط هواشناسی زیر ممکن است اتفاق بیفتد؟
 $Z_1 = 20, Z_2 = 120, Z_3 = 320, T_1 = 20^\circ\text{C}, T_2 = 14^\circ\text{C}, T_3 = 13.5^\circ\text{C}$

۵- مزایا و معایب فیلترهای پارچه ای را نام ببرید؟

۶- اگر نرخ انتشار NO منتشره توسط دودکش صنعتی معادل 10 gr/s باشد. الف) مطلوبست محاسبه غلظت NO در فواصل 5 کیلومتری و در سطح زمین از منبع انتشار در حالتی که سرعت باد 5 m/s باشد. ارتفاع دودکش را 50 متر و کلاس پایداری هوا را F فرض کنید؟

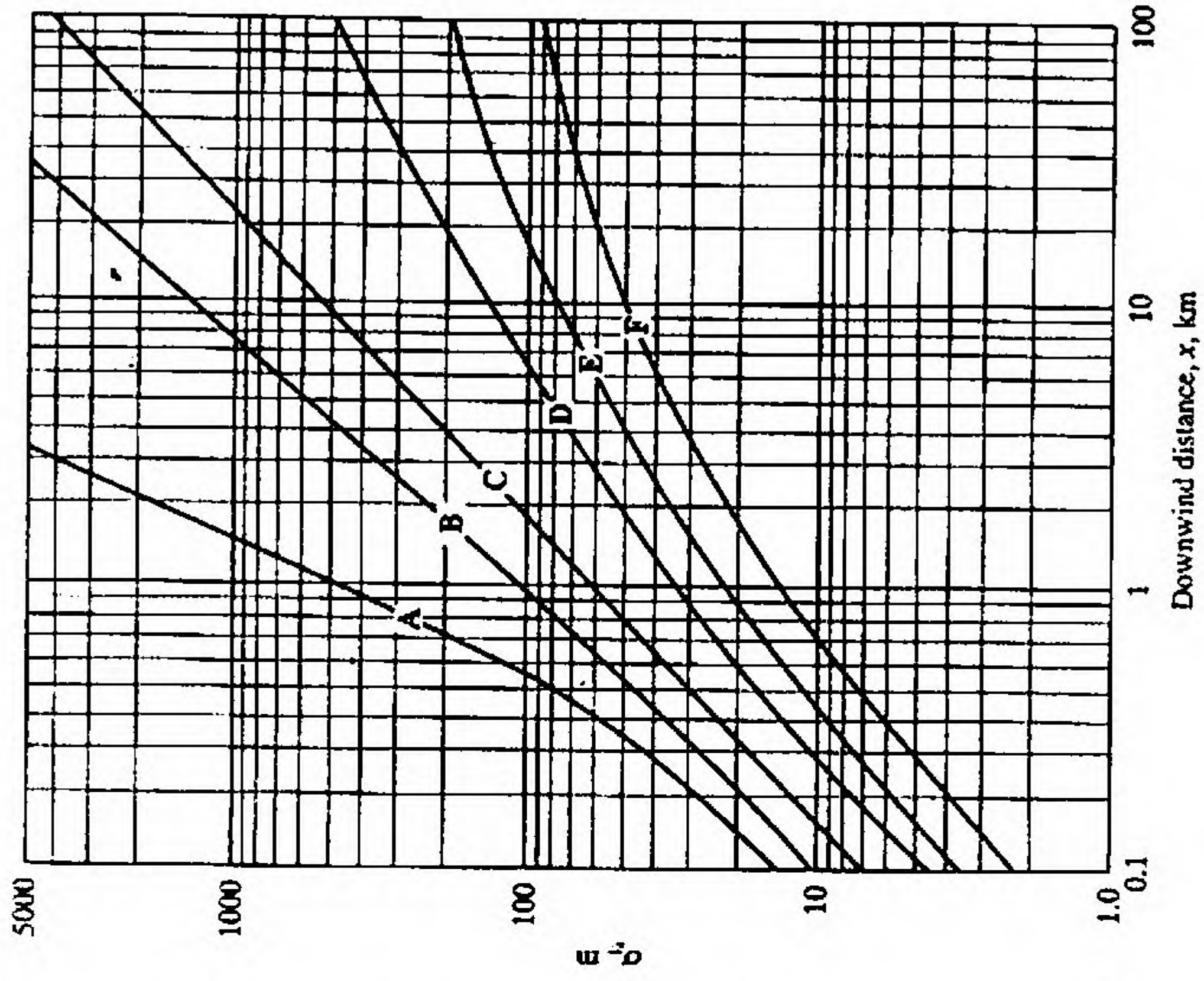
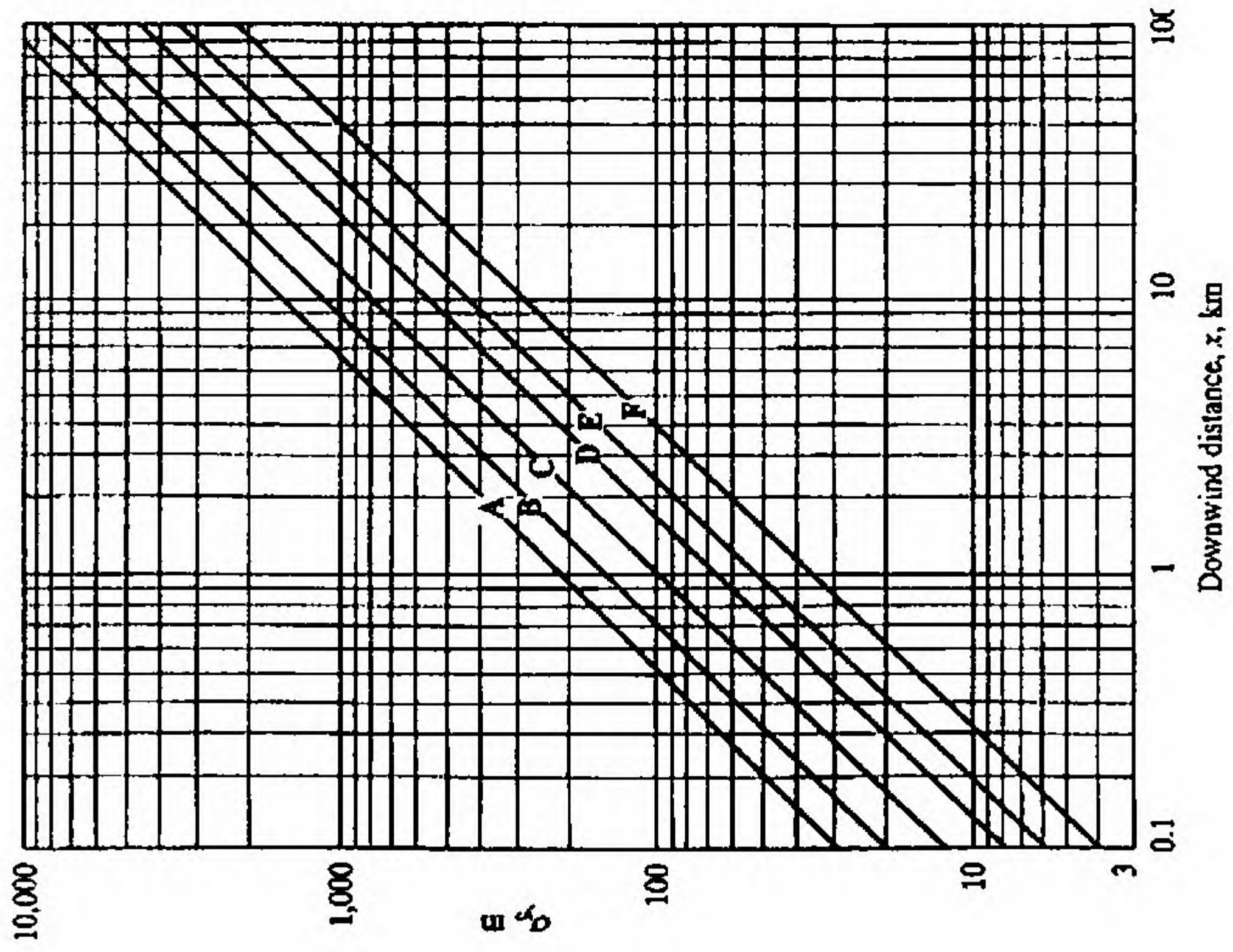
۷- اصطلاحات زیر را توضیح دهید؟

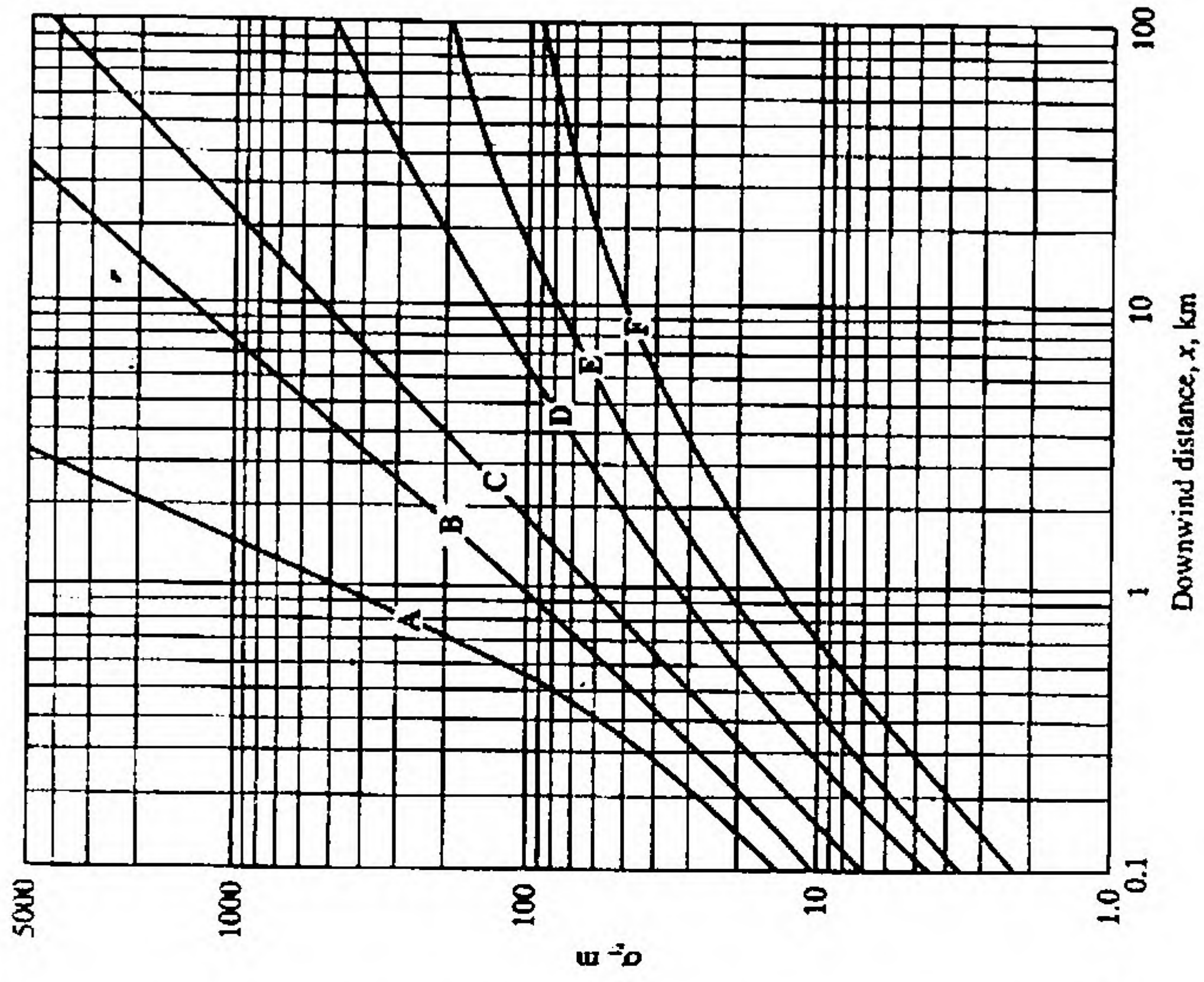
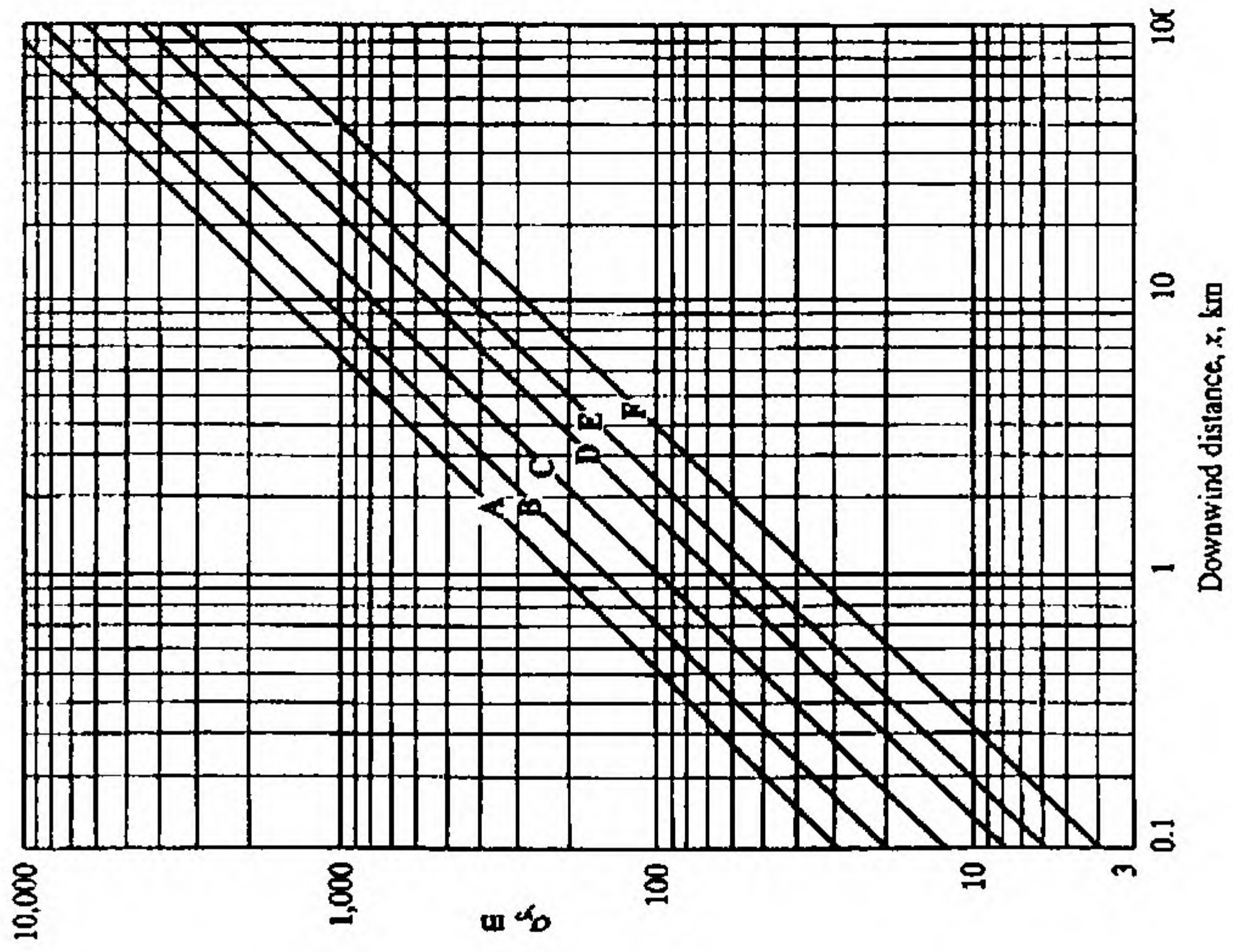
اندازه آئرو دینامیکی

فهرست انتشار یا سیاهه انتشار

اثر گلخانه ای

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$





۱- مفاهیم زیر را تعریف کنید؟

الف) اندازه آئرو دینامیکی

ب) فیوم

ج) Insolation

د) اثر گلخانه ای

۲- وارونگی فروکشی، تشعشی و ترکیبی را با رسم شکل توضیح دهید؟

۳- ستون دود دودی (Fumigation plume) را با رسم شکل توضیح دهید؟

۴- مزایا و معایب فیلترهای پارچه ای را نام ببرید (هر کدام سه مورد)؟

۵- فرایند تشکیل اسماک (مه دود) را بیان کنید؟

۶- کارخانه ای با دودکش خروجی به ارتفاع 50 متر، قطر داخلی حدود 2 متری، سرعت باد 10 متر بر ثانیه، سرعت اولیه گاز خروجی 15 m/s و دمای گاز 77°C گاز NO را در شرایط پایداری هوای E به محیط زیست وارد میکند. اگر فشار هوای اطراف کارخانه حدود 0.79 bar و دمای متوسط اطراف آن 10°C مطلوبست:

الف) محاسبه افزایش ارتفاع دود ؟

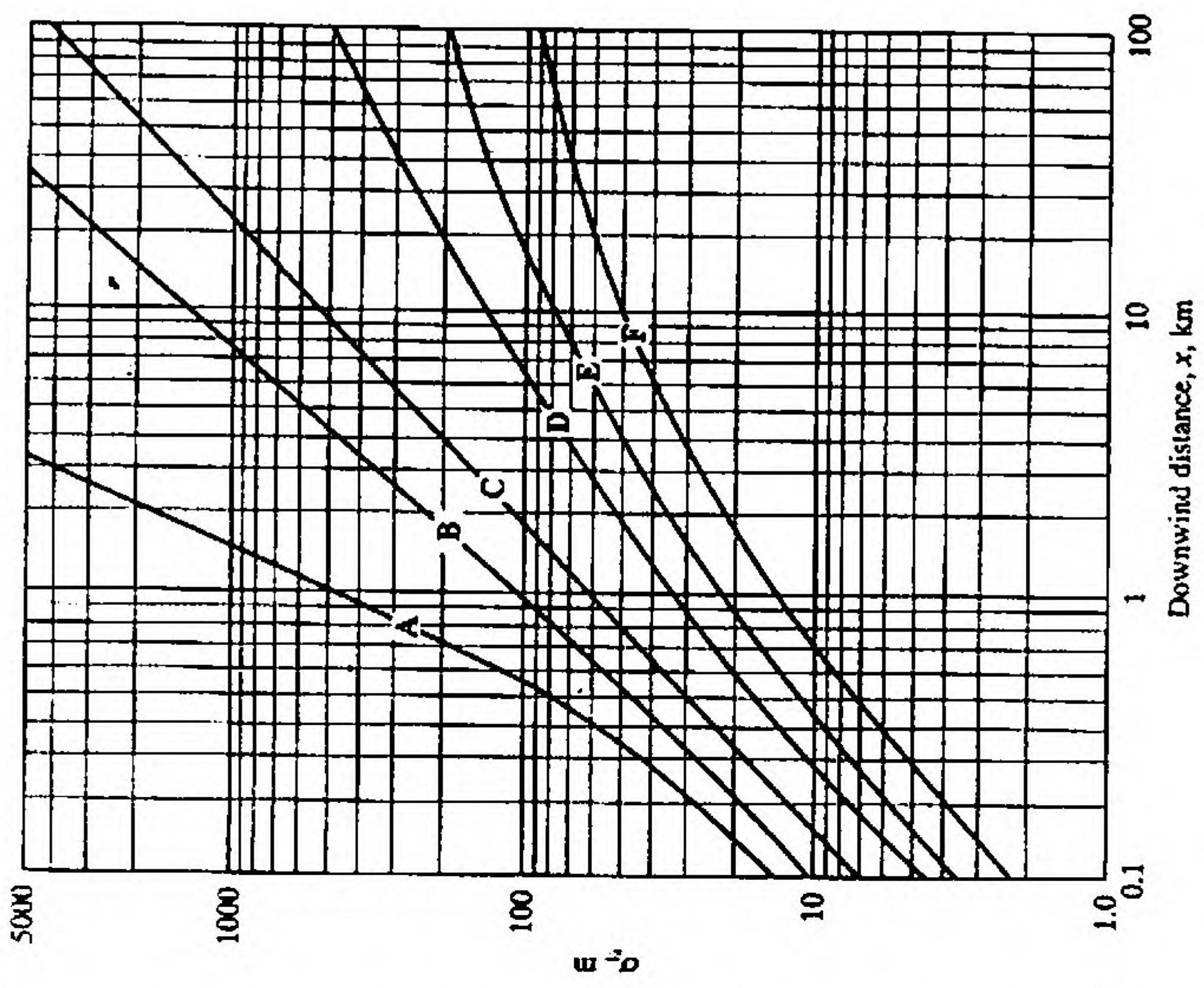
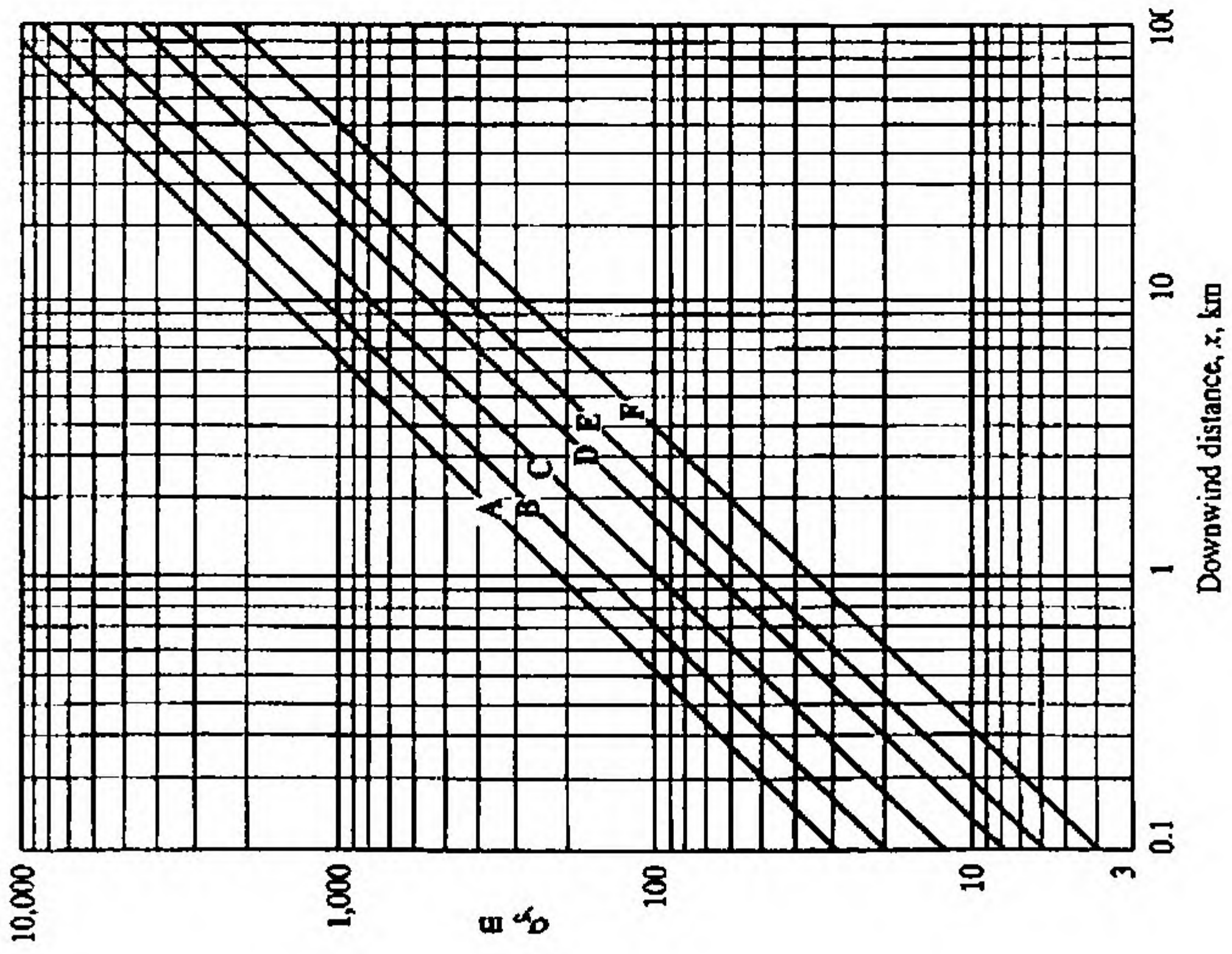
ب) اگر نرخ انتشار NO منتشره توسط دودکش صنعتی معادل 5 gr/s باشد. غلظت NO را در سطح زمین، به فاصله 5 کیلومتری پایین دست و در فاصله 50 متری عرضی خط انتشار محاسبه کنید؟

۷- نسبت راندمان یک ته نشین کننده ثقلی با ارتفاع 2 متر و طول 10 متر و سرعت متوسط 1 m/s با فرض قانون استوکس و جریان مختلط برای حذف ذرات به قطر 1 و 20 میکرومتر چقدر است (2000kg/m^3 وزن مخصوص

و $\mu=1.85\times 10^{-5}\text{kg/m.s}$)

$$\Delta h = \frac{V_s D}{u} \left(1.5 + 2.68 \times 10^{-3} P D \frac{(T_s - T_a)}{T_s} \right)$$

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$



-۱

-۲ ص ۱۵۰-۱۵۳

-۳ ص ۱۶۶-۱۶۷

-۴ ۳۰۰-۳۰۶

-۵

۴۵-۵۳

$$\Delta h = \frac{V_s D}{u} \left(1.5 + 2.68 \times 10^{-3} PD \frac{(T_s - T_a)}{T_s} \right)$$

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$

-۶

ص ۱۷۹-۲۱۵

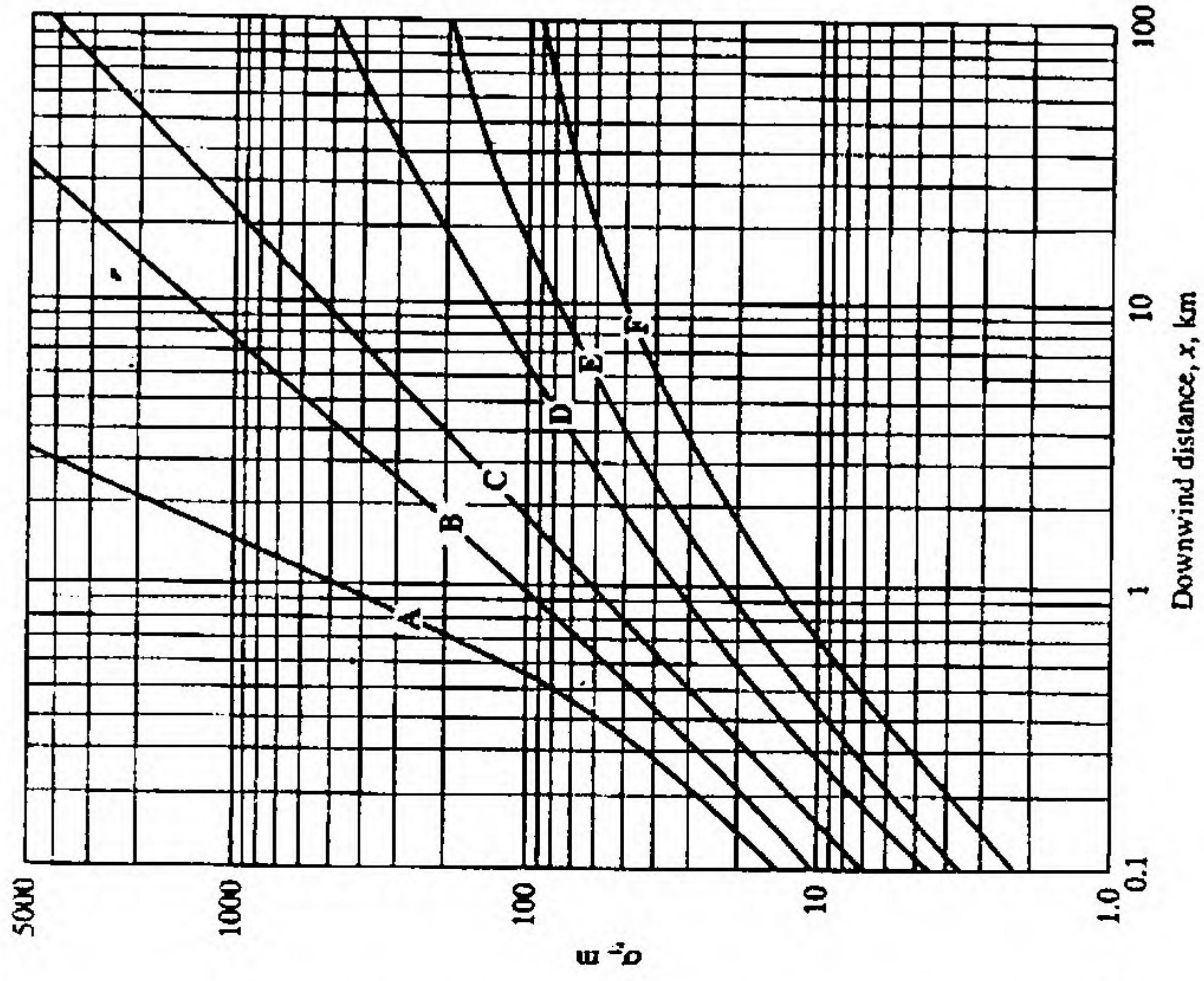
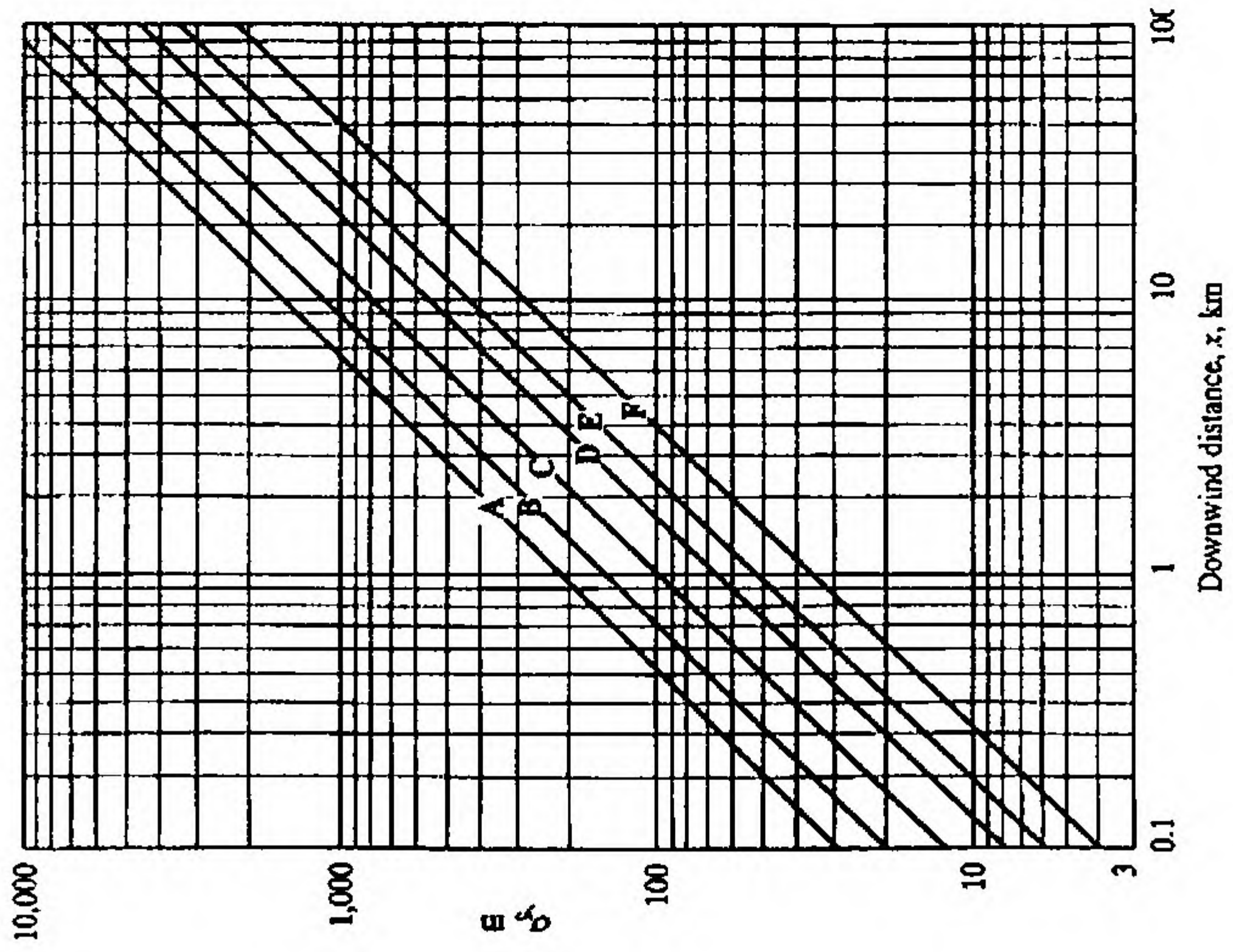
-۷

$$\eta = 1 - \exp\left(-\frac{2.5 \times 10^{-4} \times \text{[...]} \times \text{[...]}}{\text{[...]} \times \text{[...]}}\right)$$

ص ۲۳۱-۲۵۵

$$\Delta h = \frac{V_s D}{u} \left(1.5 + 2.68 \times 10^{-3} PD \frac{(T_s - T_a)}{T_s} \right)$$

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$



۱- راندمان کلی ته نشین کننده ثقلی با ارتفاع 2 متر و طول 10 متر و سرعت متوسط 1 m/s با فرض قانون استوکس و جریان مختلط را تحت شرایط زیر محاسبه کنید (2000 kg/m^3 = وزن مخصوص و $\mu = 1.85 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}$)

توزیع ذرات در گاز = 30٪ ذرات دارای قطر 5 میکرومتر، 40٪ ذرات دارای قطر 50 میکرومتر، 20٪ ذرات دارای قطر 100 میکرومتر، 10 درصد ذرات دارای قطر 200 میکرومتر از رابطه که در پیوست ارائه شده است استفاده شود.

$$\eta = 1 - \exp\left(-\frac{I \cdot g D^2 \rho_p}{H v_{avg} 18 \mu}\right)$$

۲- آلاینده های اولیه و ثانویه هوا را تعریف کنید؟ مشخص کنید هر کدام از آلاینده های زیر اولیه هستند یا ثانویه؟

CO, SO₂, NO₂, NO, SO₃, O₃

۳- مزایا و معایب فیلترهای پارچه ای را در حذف ذرات معلق نام ببرید؟

۴- پروفیل معمول سرعت، درجه حرارات و شکل ستون دود را برای پدیده دودی (Fumigation) رسم کنید و آنرا توضیح دهید؟

۵- اصطلاحات زیر را تعریف کنید؟

الف) اسماگ یا مه دود ب) اثر گلخانه ای ج) نرخ کاهش آدیاباتیک خشک د) فیوم

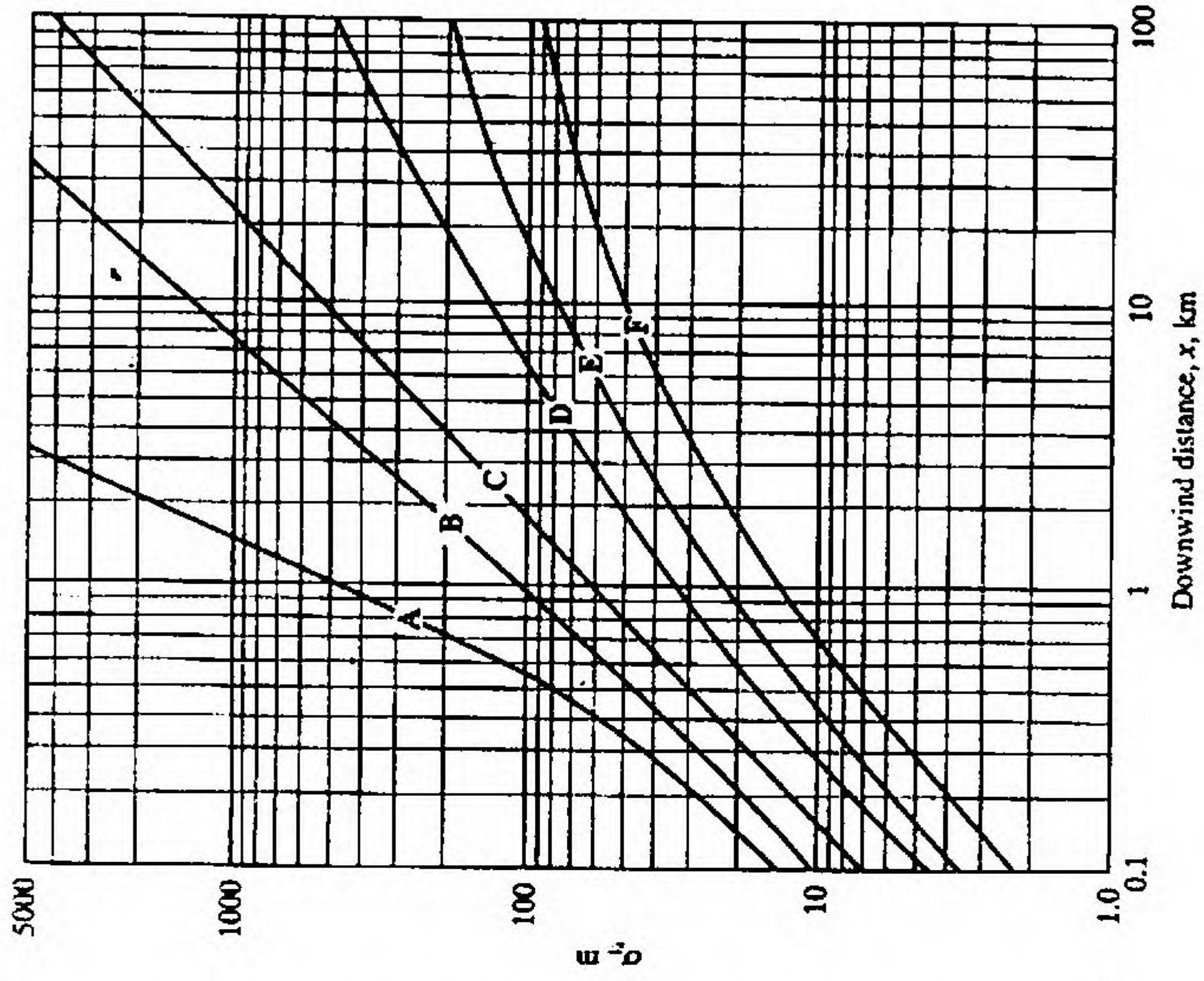
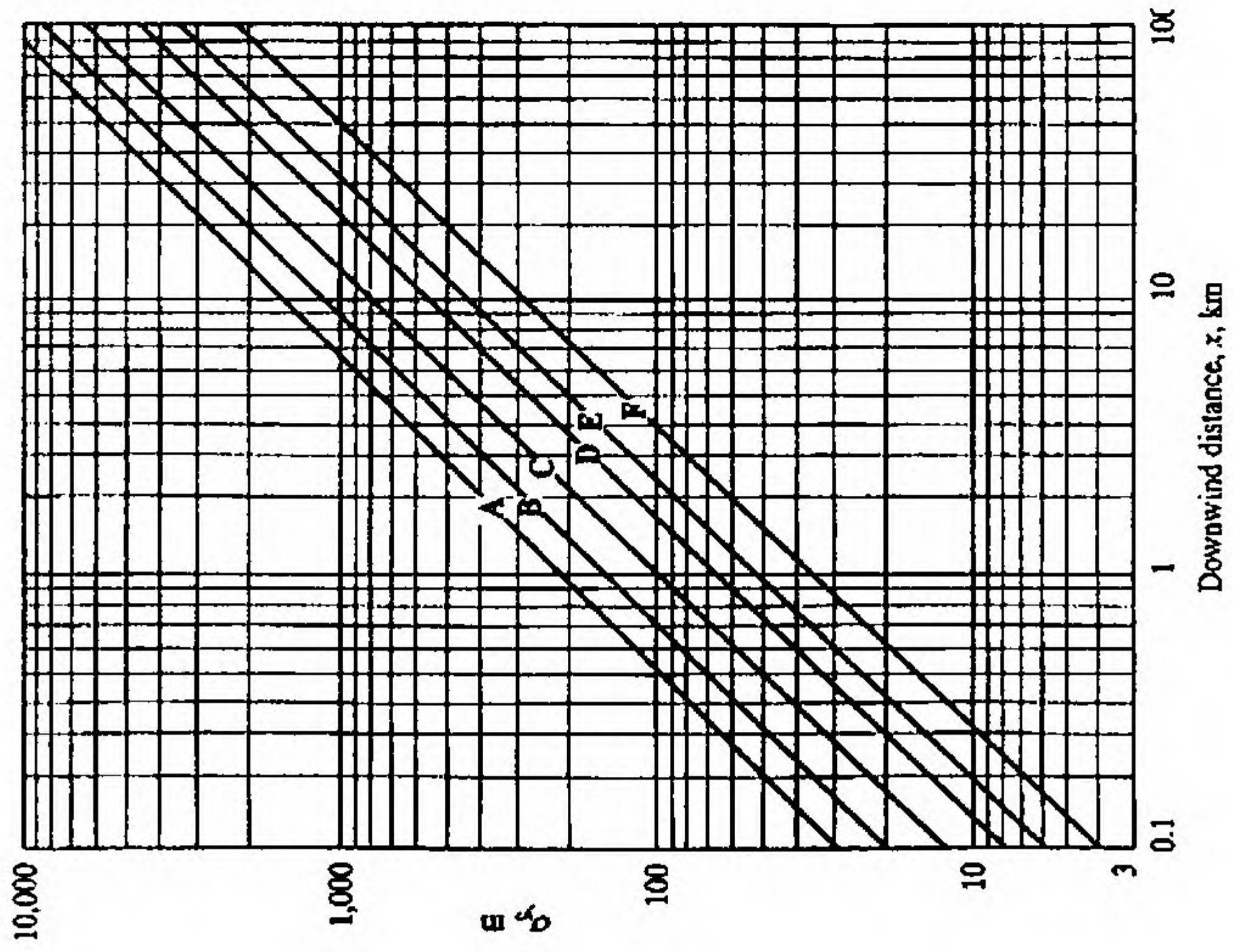
۶- وارونگی فروکشی، تشعشی و ترکیبی را با رسم شکل توضیح دهید؟

۷- پالایشگاهی با شرایط زیر در بالادست شهری قرار دارد: ارتفاع دودکش = 100 متر، قطر دودکش = 1 متر، سرعت گاز خروجی = 10 متر بر ثانیه، دمای گاز خروجی = 73 درجه سلسیوس، ارتفاع دودکش آن 20 متر، فشار هوای متوسط حدود 790 میلی بار و دمای تقریبی محیط = 23 درجه سلسیوس، میزان دبی گاز خروجی 10 گرم بر ثانیه، کلاس آلودگی هوا D، سرعت باد 5 متر بر ثانیه

الف) میزان ارتفاع صعود پلوم دود را محاسبه کنید؟ ب) غلظت گاز در دو کیلومتر پایین دست و بر روی خط مرکزی انتشار (Center Line) چقدر است؟ ج) غلظت گاز در فاصله 50 کیلومتر پایین دست و در فاصله

عرضی 2 کیلومتر و در سطح زمین چقدر است؟

$$\Delta h = \frac{V_s D}{u} \left(1.5 + 2.68 \times 10^{-3} P D \frac{(T_s - T_a)}{T_s} \right)$$



$$\eta = 1 - \exp \left(- \frac{LgD^2 \rho_p}{H\nu_{\text{vis}} 18 \mu} \right) \quad -1$$

-۲ ص 18

-۳ ص ۱۲۵

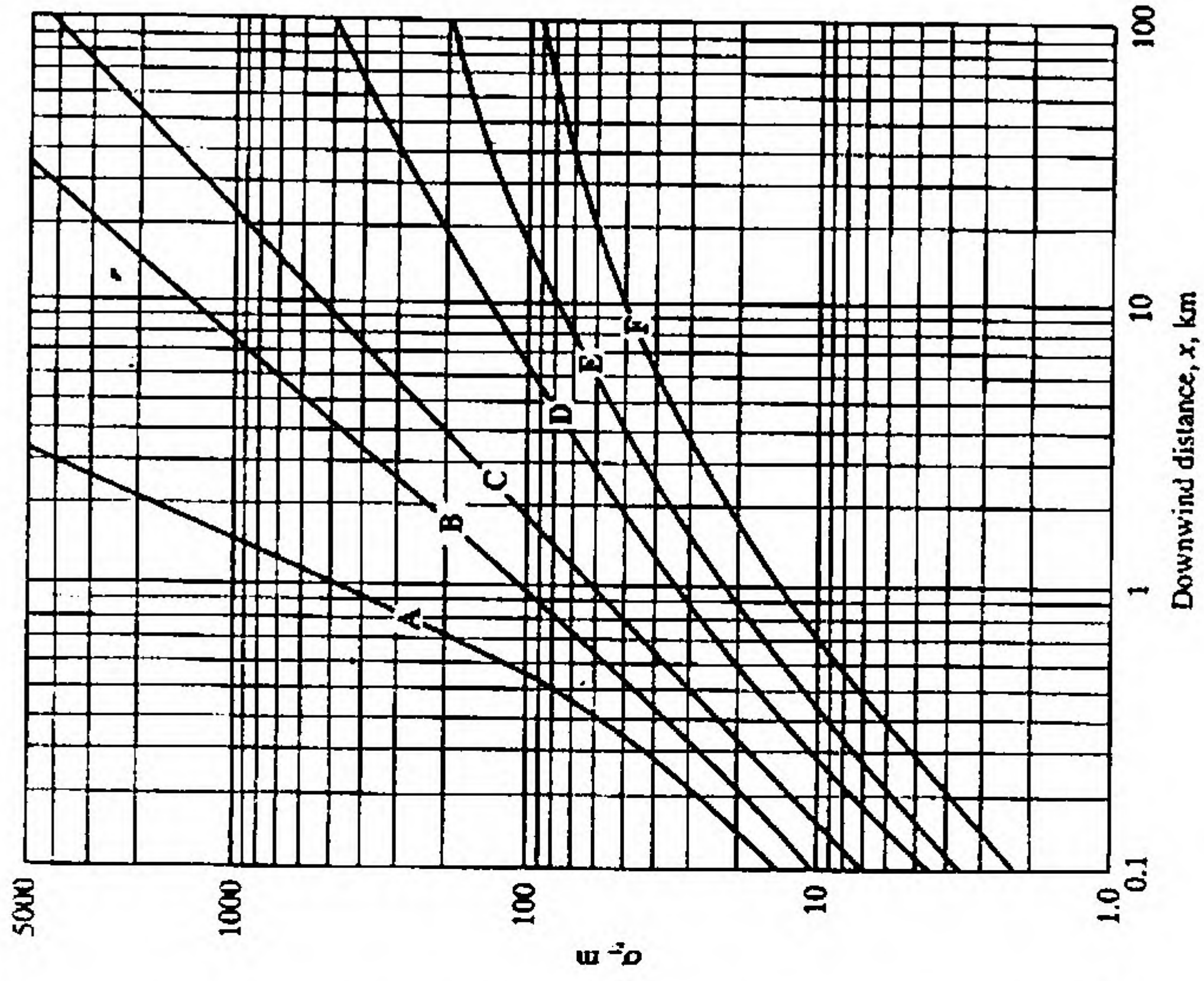
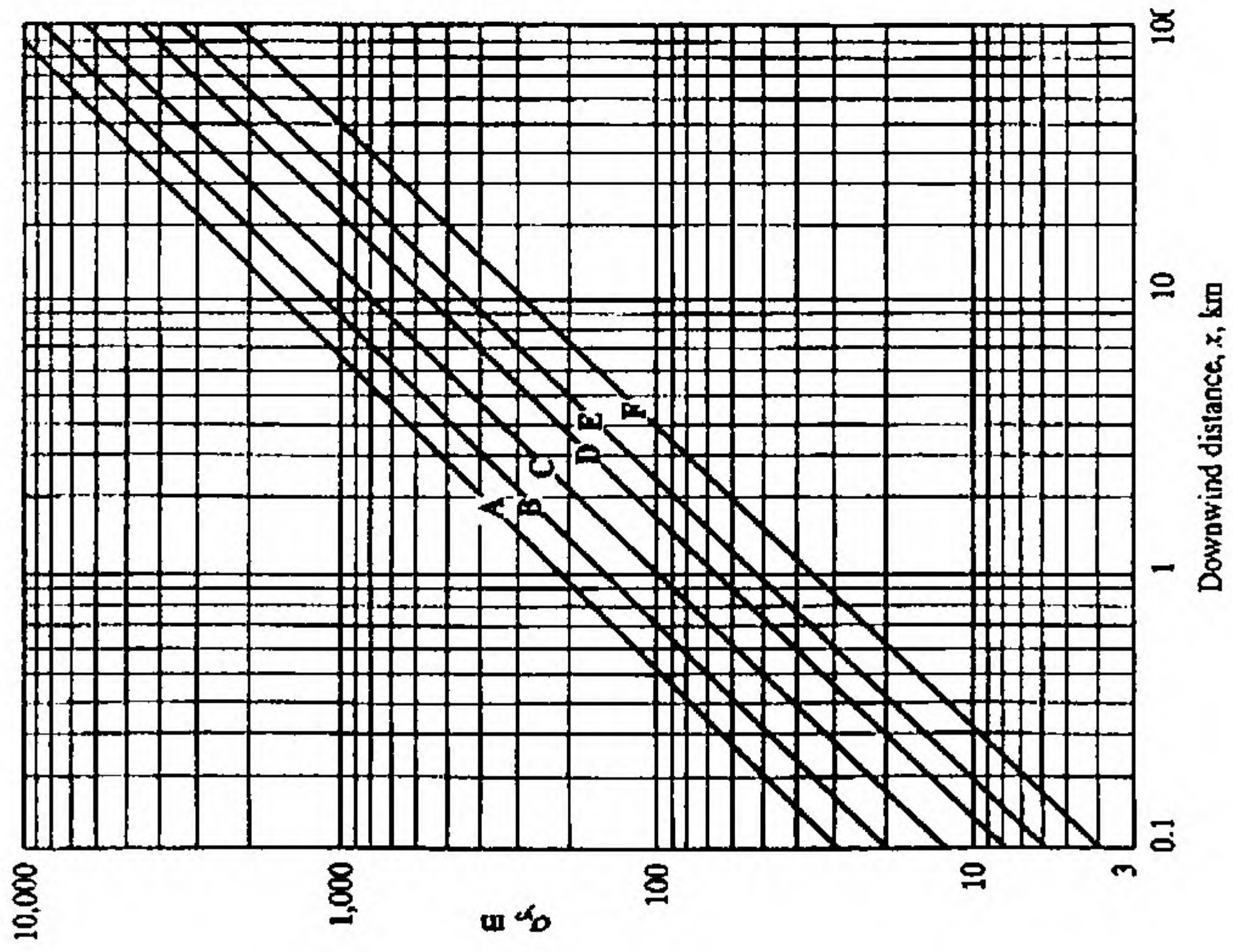
-۴ ص ۶۱

-۵ ص ۲۹

-۶ ص ۱۰۱

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp \left(- \frac{y^2}{2\sigma_y^2} \right) \left[\exp \left(- \frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2} \right) + \exp \left(- \frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2} \right) \right] \quad -7$$

$$\Delta h = \frac{V_s D}{u} \left(1.5 + 2.68 \times 10^{-3} PD \frac{(T_s - T_a)}{T_s} \right)$$



۱- مه دود فتوشیمیایی چیست؟ چگونه تشکیل می‌شود؟

۲- سرنوشت ذرات معلق در هوا و حالات مختلف آنرا با رسم شکل توضیح دهید؟

۳- پدیده دودی شدن (Fumigation) تحت چه شرایطی ایجاد میشود. با رسم شکل توضیح دهید؟

۴- برای کنترل ذرات معلق در صنایع از چه تجهیزاتی استفاده می‌شود؟ نام ببرید؟

۵- اگر استاندارد انتشار ذرات معلق در کشور 75 میکروگرم بر مترمکعب باشد و میزان انتشار سالانه ذرات معلق در

سال 1397 معادل $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و غلظت ذرات معلق پایین دست شهر معادل $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ باشد. برای تامین

استاندارد به چه میزان باید از غلظت ذرات معلق کاهش پیدا کند (راهنمایی: مدل جعبه ای ثابت استفاده شود).

$$c = b + \frac{qL}{uH}$$

۶- راندمان ته نشین کننده ثقلی با ارتفاع 3 متر و طول 15 متر و سرعت متوسط 1 m/s با فرض قانون استوکس و جریان مختلط را محاسبه کنید.

($2000 \text{ kg}/\text{m}^3$ = وزن مخصوص و $\mu = 1.85 \times 10^{-5} \text{ kg}/\text{m.s}$)

$$\eta = 1 - \exp\left(-\frac{LgD^2\rho_p}{Hv_{avg}18\mu}\right)$$

۷- کارخانه ای با دودکش خروجی به ارتفاع 100 متر، قطر داخلی حدود 6 متری، سرعت اولیه گاز خروجی 25 m/s و دمای گاز 127°C گاز NO را در شرایط پایداری هوای E به محیط زیست وارد میکند. اگر فشار هوای اطراف کارخانه حدود 79.0 bar، دمای متوسط اطراف آن 10°C و میزان صعود پلوم 100 متر باشد، مطلوبست:

الف) محاسبه سرعت باد در محل دودکش؟ ب) اگر نرخ انتشار NO منتشره توسط دودکش صنعتی معادل 5 gr/s باشد. غلظت NO را بر حسب ppm در سطح زمین و به فاصله 5 کیلومتری پایین دست و بر روی خط راس انتشار ($y=0$) محاسبه کنید؟ ($N=14$ و $O=16$). نرخ انتشار عمودی و عرضی به ترتیب 100 و 200 فرض گردد.

$$\mu\text{g} / \text{m}^3 = \frac{\text{ppm} * M.W * 1000}{24.5}$$

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$

$$\Delta h = \frac{V_s D_s}{u} \left[1.5 + 2.68 \times 10^{-3} PD \left(\frac{T_s - T_a}{T_s} \right) \right]$$

۱- تعیین منحنی دوز - واکنش برای یک آلاینده خاص ، به چه روشهایی صورت می گیرد؟

۲- نیروهای اصلی مقاوم در برابر حرکت افقی جو کدام هستند؟

۳- جهت مدلسازی پراکنش آلودگی هوا به چه داده هایی نیاز است؟

۴- برای کاهش آلودگی هوا ی یک شهر ، در صورت استفاده از مدل جعبه ای ثابت ، چه راه هایی پیشنهاد می کنید؟

۵- شرایط زیر آدیاباتیک اتمسفر را شرح دهید؟

۶- نمونه گیری هم جنبش را کاملا شرح دهید؟

۷- کارخانه ای 750 گرم بر ثانیه از ذرات را منتشر می کند. ارتفاع دودکش 100 متر و صعود پلوم 50 متر است. سرعت باد 7 متر بر ثانیه و شرایط پایداری C می باشد.

الف- غلظت حداکثر در سطح زمین چقدر است؟

ب- در چه مسافتی این غلظت رخ می دهد؟

$$c = b + \frac{q \cdot l}{U \cdot H}$$

$$\sigma_y = 30m$$

$$\sigma_z = 20m$$

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_z} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

$$\frac{C * U}{Q} = \left(\frac{1}{\pi \sigma_y \sigma_z}\right) \exp\left(-0.5 \left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

$$C = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-0.5 \left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right) \exp\left(-0.5 \left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \left[\exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] - \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right]$$

$$\mu g \ m^3 = \frac{ppm * MW * 1000}{24.5}$$

۱- برای کاهش آلودگی هوای یک شهر در صورت استفاده از مدل جعبه ای ثابت ، چه راههایی را پیشنهاد می کنید؟

۲- تغییر چگالی هوا با درجه حرارت چه رابطه ای دارد(اثبات کنید)؟

۳- یک سیستم سنجش و پایش را به صورت نمودار کامل نشان دهید؟

۴- رویکردهای کلی کنترل آلودگی هوا را بنویسید؟ برای انجام هر کدام چه روشهایی استفاده می شود؟

۵- اصول کنترل آلودگی هوا کدامند؟ توسط چه معیارهایی با همدیگر مقایسه می گردند؟

۶- HAP ها کدام نوع از آلاینده های هوا را در بر می گیرد؟ دارای چه ویژگی هایی می باشند؟

۷- میزان دما در سه ارتفاع مشخص مطابق زیر اندازه گیری شده است. با توجه به اطلاعات زیر کدامیک از پدیده های آلودگی هوا تحت شرایط هواشناسی زیر ممکن است اتفاق بیفتد؟

$$Z_1 = 20, Z_2 = 120, Z_3 = 320, T_1 = 20^{\circ}\text{C}, T_2 = 14^{\circ}\text{C}, T_3 = 13.5^{\circ}\text{C}$$

Surface wind speed (at 10 m), m s ⁻¹	Day			Night	
	Incoming solar radiation			Thinly overcast or $\geq \frac{1}{8}$ cloud	Clear or $\leq \frac{1}{8}$ cloud
	Strong	Moderate	Slight		
0-2	A	A-B	B	—	—
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
≥ 6	C	D	D	D	D

۸- اگر استاندارد انتشار ذرات معلق در کشور $375 \mu\text{g}/\text{m}^3$ باشد و میزان انتشار سالانه ذرات معلق در سال 1397 معادل $3180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و غلظت ذرات معلق پایین دست شهر معادل $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$ باشد. برای تامین استاندارد به چه میزان باید از غلظت ذرات معلق کاهش پیدا کند (راهنمایی: مدل جعبه ای ثابت استفاده شود).

$$c = b + \frac{q \cdot l}{U \cdot H}$$

۹- کارخانه ای با دودکش خروجی به ارتفاع حدود 6 متری، سرعت اولیه 25 m/s و دمای گاز 127 سانتی گراد گاز آلاینده را به محیطزیست وارد میکند. اگر فشار هوای اطراف کارخانه حدود 0/79 bar دمای متوسط اطراف آن 10 سانتی گراد و میزان صعود پلوم 100 متر باشد، مطلوبست محاسبه سرعت باد در محل دودکش؟

$$\Delta h = \frac{V_s D}{u} \left(1.5 + 2.68 \times 10^{-3} PD \frac{(T_s - T_a)}{T_s} \right)$$

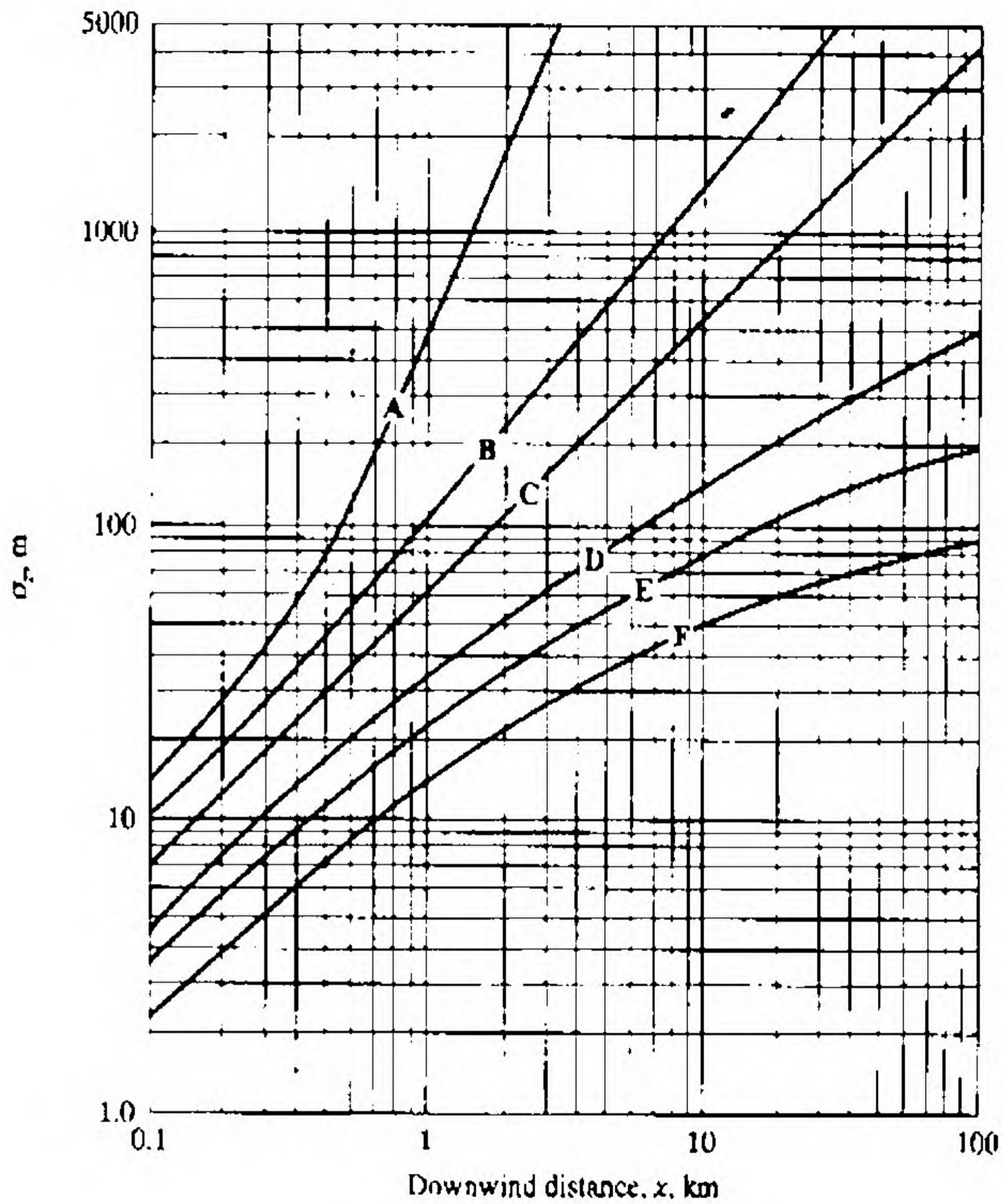
$$\eta = 1 - \exp \left(- \frac{LgD^2 \rho_p}{Hv_{avg} 18\mu} \right)$$

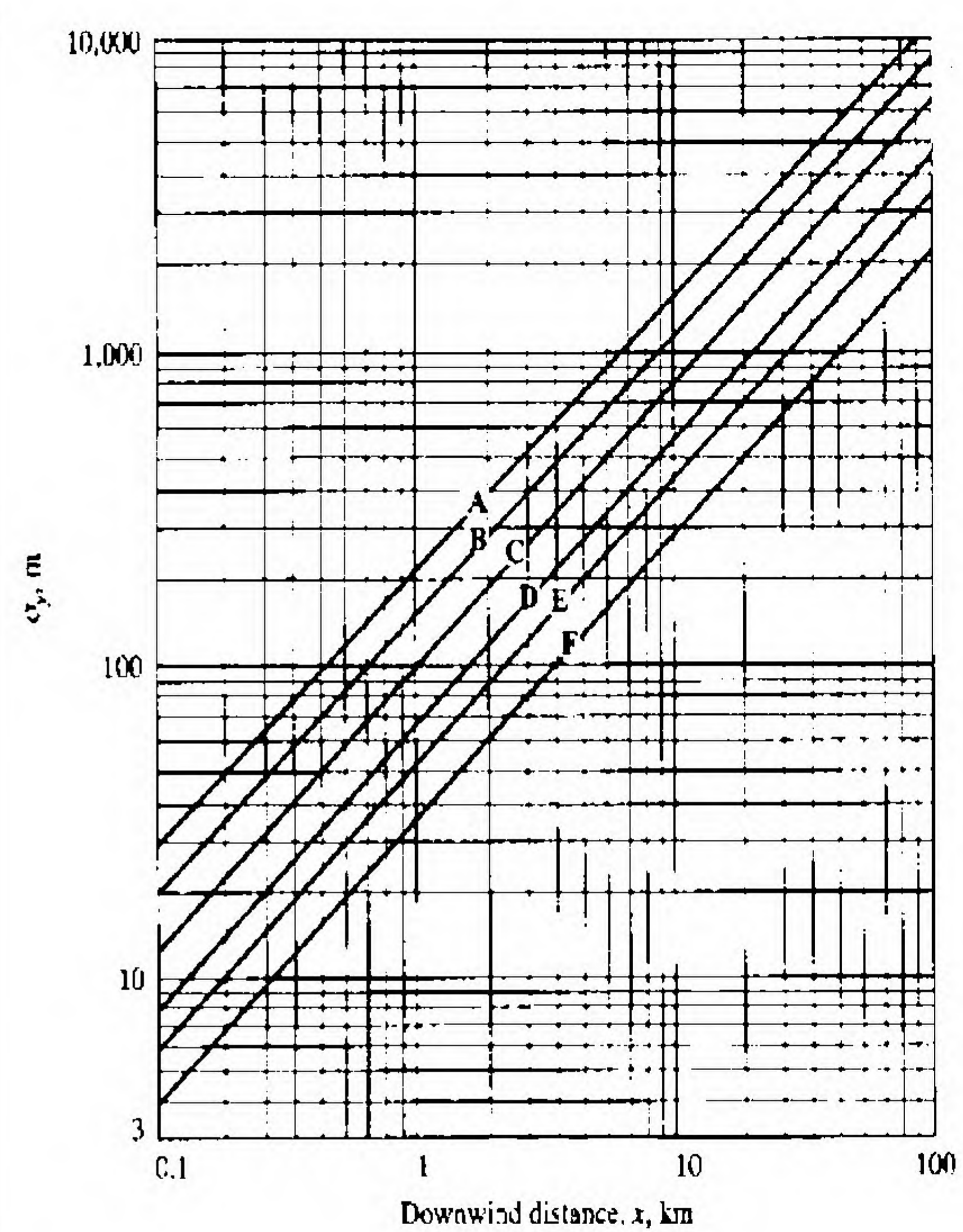
$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp \left(- \frac{y^2}{2\sigma_y^2} \right) \left[\exp \left(- \frac{(z - H)^2}{2\sigma_z^2} \right) + \exp \left(- \frac{(z + H)^2}{2\sigma_z^2} \right) \right]$$

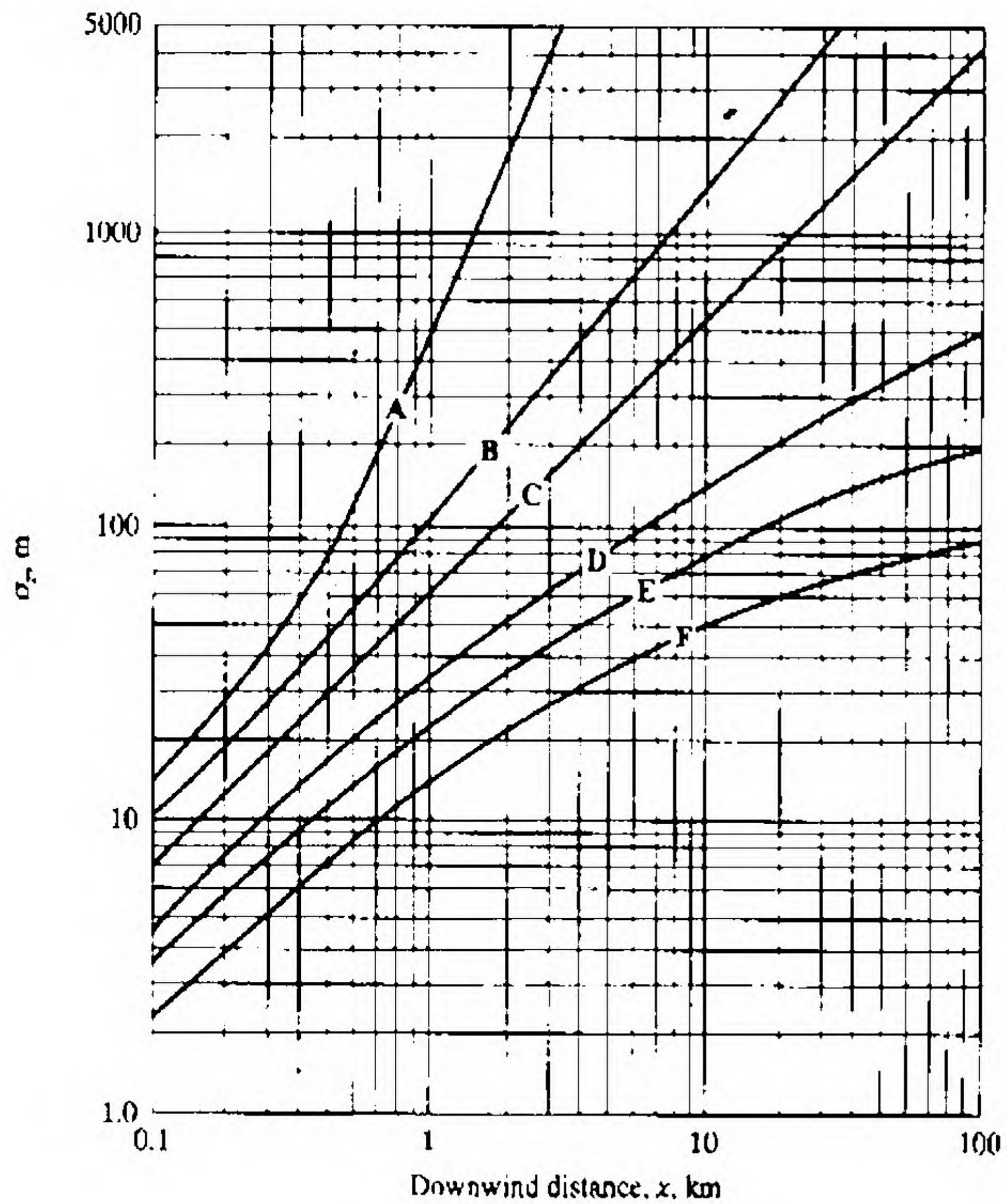
$$\mu g / m^3 = \frac{ppm * MW * 1000}{24.5}$$

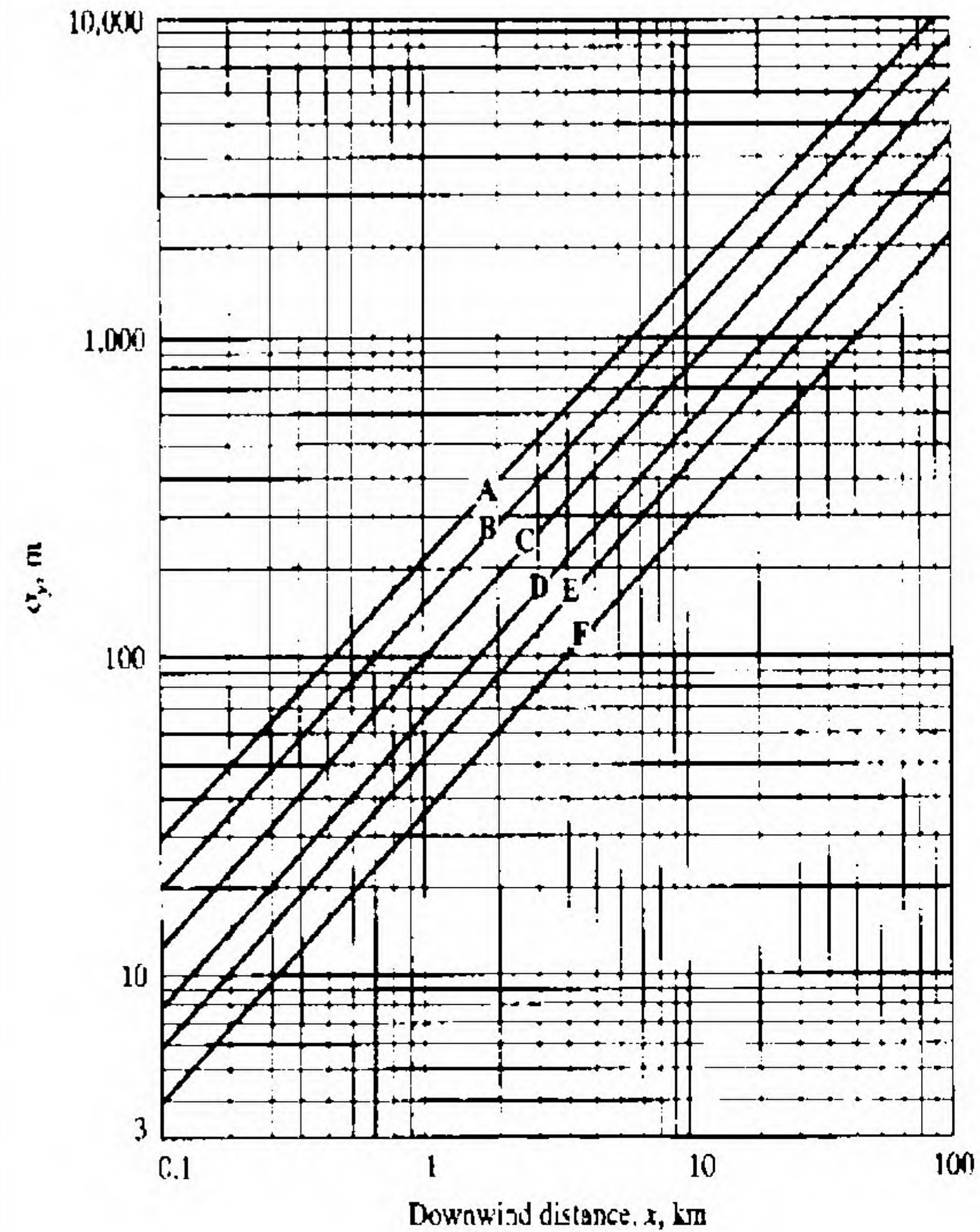
۱۰- اگر نرخ انتشار NO منتشره توسط دودکش صنعتی معادل 3 gr/s باشد.
الف) مطلوبست محاسبه غلظت NO در فواصل 0/3 و 5 کیلومتری از منبع انتشار در حالتی که سرعت باد m/s 7 باشد.

ب) با شرایط فوق در چه فاصله ای از منبع انتشار غلظت NO معادل 159 ppm می باشد؟ (N=14 و O=16)









۱- آلاینده های اولیه و ثانویه را تعریف کنید؟

۲- تعیین منحنی دوز - واکنش برای یک آلاینده خاص به چه روشهایی صورت می گیرد؟

۳- تیرگی دود را تعریف کنید؟ اثرات آن را بیان کنید؟

۴- قوانین مبتنی بر استفاده از بهترین تکنولوژی را بنویسید؟

۵- حالت های مختلف نیم رخ درجه حرارت - ارتفاع را رسم کنید. شرایط جوی ایجاد شده در هر حالت را توضیح دهید؟

۶- رابطه بین هزینه وارده از آلاینده و هزینه کنترل آن را روی یک شکل نمایش دهید؟ (کمینه کردن هزینه چگونه اتفاق می افتد)

۷- اگر هزینه یک رسوب گیرالکترواستاتیک با راندمان 90٪، A ریال باشد. رسوب گیری با راندمان 99/99٪ به چند A ریال هزینه نیاز دارد؟

$$(\text{هزینه} * \text{مقدار ثابت}) - e = 1 - \text{راندمان کنترل}$$

۸- ضریب انتشار مونوکسید کربن برای احتراق زغال سنگ در کوره های بزرگ 0.227 کیلو گرم بر تن است. ضریب انتشار بر حسب کیلو گرم بر تن است. ضریب انتشار بر حسب کیلو گرم مونوکسید کربن بر تن سوخت سوزانده شده، برای هر خودرو چقدر است؟ حد مجاز انتشار مونوکسید کربن برای خودروها 312.1 گرم بر کیلومتر است. صرفه جویی سوخت 10.627 کیلومتر بر لیتر و دانسیته بنزین 0.72 کیلوگرم بر لیتر است؟

۹- غلظت مونوکسید کربن در کناره پایین دست شهر را تخمین بزنید. شهر دارای سه نوار کم عرض موازی عمود بر جریان باد است. برای کلیه نوارها سرعت باد معادل 3 متر بر ثانیه می باشد. غلظت زمینه b در هوای ورودی به حومه بالا دست 1 میلی گرم بر متر مکعب است. شرایط به شرح زیر می باشد:

نام نوار	طول نوار (کیلومتر)	نرخ انتشار (گرم بر ثانیه متر مکعب)	عمق اختلاط (متر)
حومه بالای شهر	5	100	400
مرکز شهر	2	500	500
حومه پایین دست	5	100	400

۱۰- نرخ انتشار اکسیدهای نیتروژن برای یک زباله سوز در حین سوختن برابر 3 گرم بر ثانیه می باشد. اگر ارتفاع زباله سوز و ارتفاع خیزش ستون دود صفر در نظر گرفته شوند. در یک شب ابری با سرعت باد 7 متر بر ثانیه غلظت اکسید نیتروژن را در سطح زمین و در محور ستون دود در فواصل 0/5، 1، 3 و 5 کیلومتری پایین دست تخمین بزنید (در صورتی که زباله سوز منبع نقطه ای در سطح زمین بدون دودکش و بدون صعود پلوم می باشد)

در صورتی که یک دودکش به ارتفاع 20 متری روی این زباله سوز احداث شود. زباله سوز به عنوان یک منبع نقطه ای به ارتفاع 20 متر در نظر گرفته شود، آیا از نظر آلودگی هوا تولید شده مناسب تر است؟

$$c = b + \frac{q \cdot l}{U \cdot H}$$

$$\sigma_y = 30m$$

$$\sigma_z = 20m$$

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_z} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

$$\frac{C \cdot U}{Q} = \left(\frac{1}{\pi \sigma_y \sigma_z}\right) \exp\left(-0/5 \left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

$$C = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-0/5 \left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right) \exp\left(-0/5 \left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

۱- میزان انتشار آلاینده ها در هوا را با یک فرمول نشان دهید؟

۲- علت قرمز به نظر رسیدن آسمان در هنگام طلوع و غروب خورشید برای چیست؟

۳- اصول کنترل آلودگی هوا بر چه مبناهایی استوار است، هر کدام را توضیح دهید؟

۴- به چه دلایلی برای سنجش غلظت آلاینده منتشر شده از دودکش، از میانگین گیری استفاده می شود؟

۵- نمونه گیری هم جنبش در نمونه گیر را توضیح دهید؟

۶- جهت نیروی کوریولیس چگونه است؟ به چه دلیل؟

۷- میزان انرژی مصرفی گاز طبیعی هر خانواده به طور متوسط در سال 151659 ژول می باشد. ضریب انتشار مونوکسید کربن از گاز طبیعی $9/5$ کیلو گرم بر میلیون ژول است. با توجه به این که میانگین پیمایش هر خودرو برابر 60900 کیلومتر به ازای هر سال است. ضریب انتشار متوسط خودروها برابر 2/113 گرم بر کیلومتر است نسبت مونوکسید کربن منتشر شده از خودروها به مونوکسید کربن منتشر شده از کاربردهای خانگی را محاسبه کنید؟

۸- مصرف سوخت یک خودرو برابر $3/7851$ به ازای هر 15 کیلومتر می باشد. اگر دانسیته سوخت مصرفی برابر $0/718$ گرم بر سانتی متر مکعب باشد و استاندارد هیدروکربن نسوخته (HC) برابر $0/155$ گرم بر کیلومتر بوده و انتشار HC از این خودرو به همین میزان باشد، چه کسری از سوخت مصرفی این ماشین به صورت نسوخته از آگروز منتشر می شود؟

۹- نرخ انتشار اکسیدهای نیتروژن برای یک مزرعه در حال سوختن برابر 3 گرم بر ثانیه است. اگر ارتفاع خیزش ستون دود صفر در نظر گرفته شود. در یک شب ابری با سرعت باد 7 متر بر ثانیه، غلظت اکسید نیتروژن را در سطح زمین و در محور ستون دود، در فواصل $0/5$ و 5 کیلومتری پایین دست تخمین زنید؟

۱۰- ارتفاع واقعی یک دودکش 100 متر، با خیزش دود 150 متر، طبقه پایداری c و سرعت باد 20 متر بر ثانیه می باشد. اگر نرخ انتشار اکسید نیتروژن از این دود کش 100 گرم بر ثانیه باشد. موارد زیر را تخمین بزنید:

الف- بیشینه غلظت سطحی اکسید نیتروژن

ب- نقطه وقوع غلظت بیشینه

$$c = b + \frac{q.l}{U.H}$$

$$\sigma_y = 30 \text{ m}$$

$$\sigma_z = 20 \text{ m}$$

$$c = \frac{Q}{2\pi U \sigma_z} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

$$\frac{C^* U}{Q} = \left(\frac{1}{\pi \sigma_y \sigma_z} \right) \exp\left(-0.5 \left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

$$C = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-0.5 \left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right) \exp\left(-0.5 \left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

- ۱- میزان انتشار آلاینده ها به چه صورت محاسبه می شود (به صورت فرمول بنویسید)؟
- ۲- تعیین میزان دز مضر چگونه انجام می شود؟ با چه روشهایی این کار صورت می گیرد؟
- ۳- قوانین کنترل آلودگی هوا بر اساس چه اصولی می باشند؟ این اصول را با یکدیگر مقایسه کنید؟
- ۴- یک سیستم سنجش و پایش را به صورت شکل کاملی نشان دهید؟
- ۵- نمونه گیری هم جنبش را تعریف کنید؟
- ۶- تدخین و ایستایی را تعریف کنید؟
- ۷- پایداری و ناپایداری جوی را چگونه مشخص می کنند؟ کاملاً توضیح دهید؟
- ۸- رابطه مدل جعبه ای ثابت را با توجه به مفروضات زیر حل کنید؟

الف- غلظت ورودی صفر است.

ب- عرض شهر بی نهایت است.

ج- عمق اختلاط بی نهایت است.

$$c = b + \frac{q \cdot l}{U \cdot H}$$

۹- کارخانه ای 750 گرم بر ثانیه از ذرات را منتشر می کند. ارتفاع دودکش 100 متر و صعود پلوم 50 متر است. سرعت باد 7 متر بر ثانیه و شرایط پایداری C می باشد.

الف- غلظت حداکثر در سطح زمین چقدر است؟

ب- در چه مسافتی این غلظت رخ می دهد؟

$$\sigma_y = 30 \text{ m}$$

$$\sigma_z = 20 \text{ m}$$

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_z} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

$$\frac{C*U}{Q} = \left(\frac{1}{\pi\sigma_y\sigma_z}\right) \exp\left(-0.5\left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

$$C = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-0.5\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right) \exp\left(-0.5\left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

۱۰- اگر N دلار برای نصب الکتروفیلتری با راندمان 90٪ هزینه شود. برای دستگاهی مشابه با راندمان 99٪ چقدر باید هزینه شود؟ چرا؟

(هزینه * مقدار ثابت -) $e - 1 =$ راندمان کنترل

۱۱- یک نمونه گیر قابل حمل ذرات معلق طراحی کنید. چنین دستگاهی باید دبی هوایی برابر 1 لیتر بر دقیقه و زمان نمونه گیری 10 دقیقه را دارا باشد. اگر غلظت ذرات معلق در هوای محیط 25 میکرو گرم بر متر مکعب باشد، وزن جمع آوری نمونه چقدر است؟

۱۲- نرخ انتشار تری متیل آمین از دودکش کارخانه آسفالت برابر 10 گرم بر ساعت است. ارتفاع دودکش 10 متر و ارتفاع خیزش ستون دود صفر است. کمترین غلظت تری متیل آمینی که احساس می شود 0.5 میکرو گرم بر متر مکعب است. اگر شدت باد 2 متر بر ثانیه باشد. محاسبه کنید حداکثر تا چه فاصله ای از این کارخانه بو احساس می شود؟

۱- نیروهای اصلی مقاوم در برابر حرکت افقی جو را بنویسید؟

۲- تغییر چگالی هوا با درجه حرارت چه رابطه ای دارد؟ (اثبات کنید)

۳- پایداری و ناپایداری جو را چگونه تعیین می کنند؟ (کاملاً شرح دهید)

۴- در واکنشهای هسته ای رابطه زیر برقرار است؟ k در این رابطه چه می باشد، واحد آن چیست؟

$$dm/dt = -k.m$$

۵- ارتفاع دود کش یک کارخانه بزرگ ذوب مس ۱۵۰ متر و خیزش ستون دود آن ۷۵ متر است. نرخ انتشار لحظه ای آن ۱۰۰ گرم بر ثانیه است. اگر طبقه پایداری C و سرعت باد ۳ متر بر ثانیه باشد، غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد در فاصله ۵ کیلومتری در پایین دست دود کش را محاسبه کنید؟

$$c = b + \frac{q.l}{U.H}$$

$$\sigma_y = 30m$$

$$\sigma_z = 20m$$

$$c = \frac{Q}{2\pi u \sigma_z} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

$$\frac{C * U}{Q} = \left(\frac{1}{\pi \sigma_y \sigma_z}\right) \exp\left(-0.5\left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

$$C = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-0.5\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right) \exp\left(0.5\left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right)$$

۶- نرخ انتشار تری متیل آمین از دودکش یک کارخانه آسفالت برابر ۱۰ گرم بر ساعت است. ارتفاع دودکش ۱۰ متر و ارتفاع خیزش ستون دود صفر است. کمترین غلظت تری متیل آمین که یک انسان حس می کند، ۰/۵ میکرو گرم بر متر مکعب است. اگر شدت باد در یک شب تمام ابری ۲ متر بر ثانیه باشد، محاسبه نمایید که یک انسان حداکثر تا چه فاصله ای از این کارخانه بو را حس می کند؟

۷- رابطه مدل جعبه ای ثابت را با توجه به مفروضات زیر بسط دهید؟

الف- غلظت ورودی صفر باشد.

ب- عرض شهر بی نهایت باشد.

ج- عمق اختلاط بی نهایت باشد.

۱- الف: پیمایش را تعریف کرده و انواع آن را نام ببرید (۲ مورد)
ب: اگر تعداد اضلاع پیمایشی ۱۰ باشد، معین کنید زوایا و طول های پیمایش با چه دقتی اندازه گیری شوند تا به دقت $1/10000$ برسیم؟ طول متوسط پیمایش ۳۰۰ متر است.

۲- دو مورد از روش های ترسیم نقاط تکیه گاه را نام برده و هریک را توضیح دهید.

۳- دو مورد از روش های تعیین موقعیت نقاط به کمک تخته سه پایه را نام برده و هریک را توضیح دهید.

۴- الف: معادلات شرط در مثلث بندی به روش چهارضلعی با دو قطر را با رسم شکل بنویسید.
ب: معادلات شرط در مثلث بندی به روش پلیگون با نقطه مرکزی را با رسم شکل بنویسید.

۵- اصطلاحات ذیل را تعریف کنید:

الف: راس قوس ب: طول مماس قوس ج: فاصله بیرونی د: درجه قوس

۱- پدیده های مورد توجه در ارتباط با آلودگی هوای جهان را نام ببرید؟

۲- اگر N دلار برای نصب الکتروفیلتری با راندمان ۹۰٪ هزینه شود. برای دستگاهی مشابه با راندمان ۹۹٪ چقدر باید هزینه شود؟ چرا؟

(هزینه * مقدار ثابت - $\exp(-1)$ = راندمان کنترل

۳- مبنای کار دستگاه های تعیین غلظت آلاینده چیست؟

۴- رطوبت نسبی را تعریف کنید؟

۵- رابطه ای که میزان انتشار آلاینده ها را نشان می دهد، بنویسید؟

۶- برای کاهش آلودگی هوای یک شهر در صورت استفاده از مدل جعبه ای ثابت چه راه هایی پیشنهاد می کنید؟

۷- جهت بهبود پراکنش، جهت کنترل آلودگی هوا چه راه هایی پیشنهاد می کنید؟