

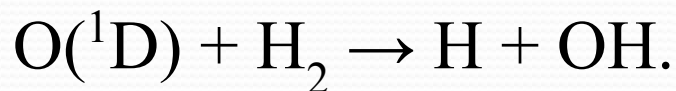
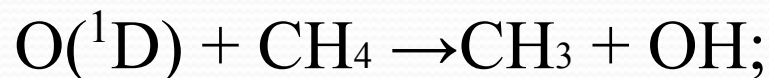
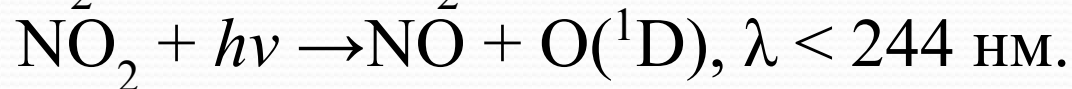
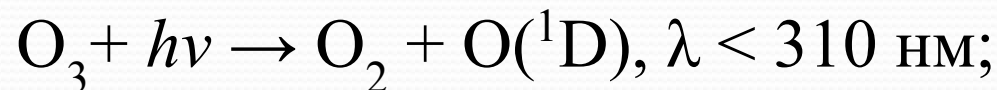
Химия атмосферы

Химические процессы в тропосфере

Свободные радикалы в тропосфере

Гидроксидный радикал (ОН):

- при химических превращениях с участием синглетно возбужденного атома кислорода $O(^1D)$, молекул воды, метана, водорода:



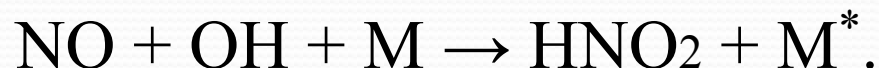
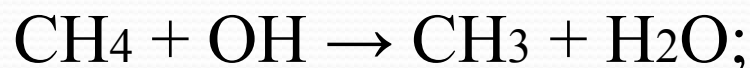
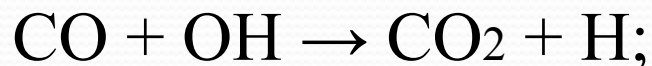
Свободные радикалы в тропосфере

- при протекании других реакций:



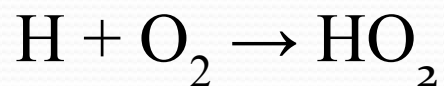
Свободные радикалы в тропосфере

ОН-радикал взаимодействует с оксидом углерода, метаном и оксидом азота:

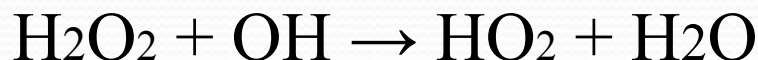
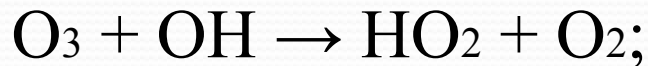


Свободные радикалы в тропосфере

Образующийся водород может реагировать с кислородом с образованием гидропероксидного радикала (HO_2):

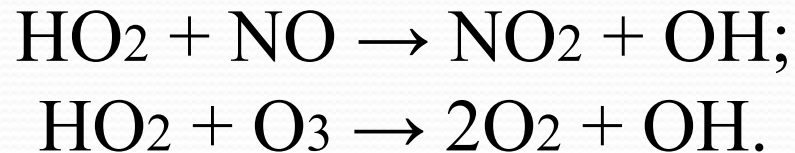


HO_2 - радикал образуется также в результате взаимодействия O_3 или H_2O_2 с OH -радикалом:

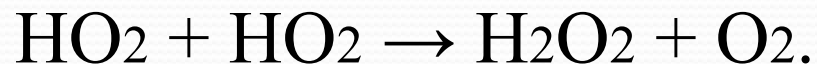


Свободные радикалы в тропосфере

В результате реакции HO_2 - радикала с оксидом азота или озоном получаем OH - радикал:



HO_2 - радикал может замкнуть цепочку превращений с участием свободных радикалов:

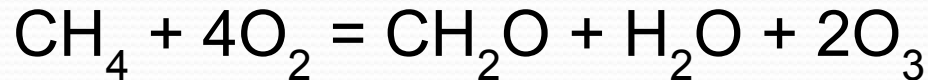
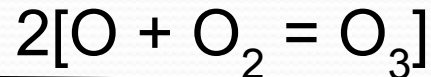
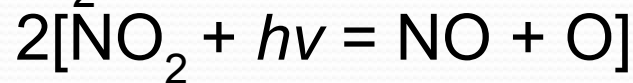
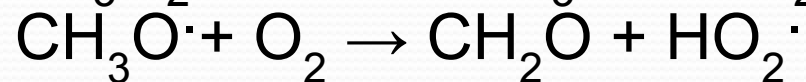
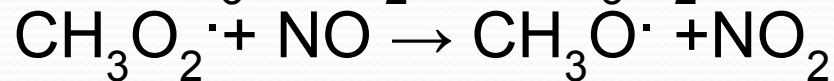
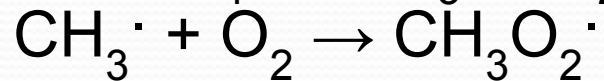


Парниковый эффект

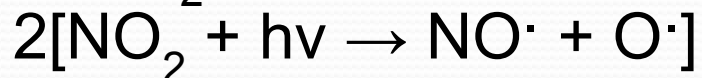
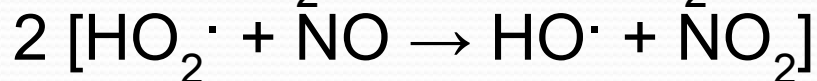
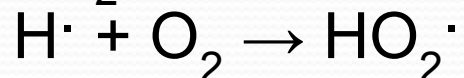
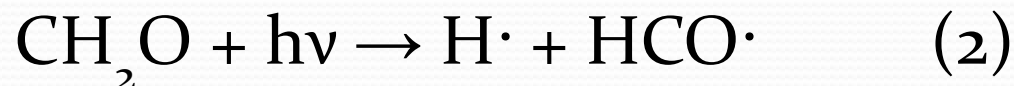
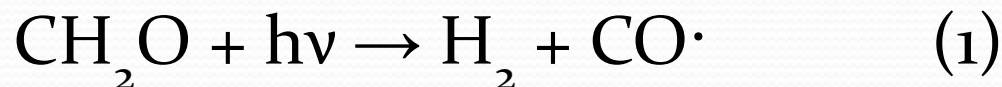
Парниковые газы:

- водяной пар;
- углекислый газ;
- метан;
- фтор- и хлорсодержащие углеводороды;
- монооксид азота

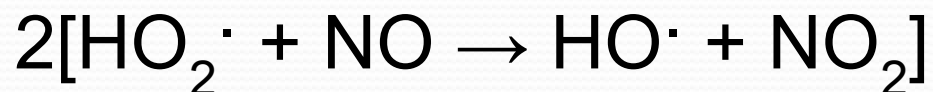
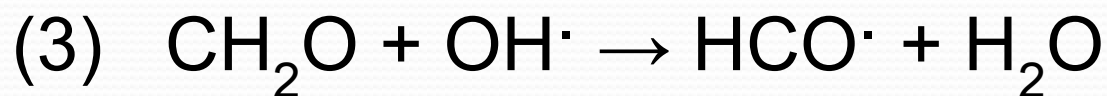
Превращения метана в атмосфере



Превращения метана в атмосфере



Превращения метана в атмосфере



Превращения метана в атмосфере

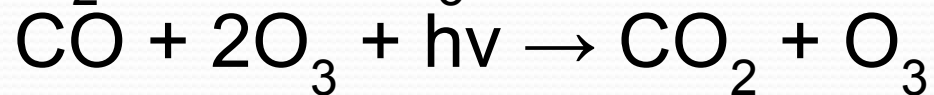
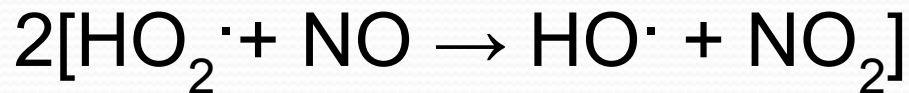
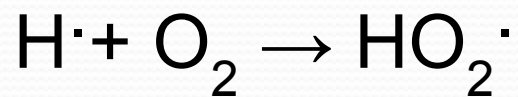
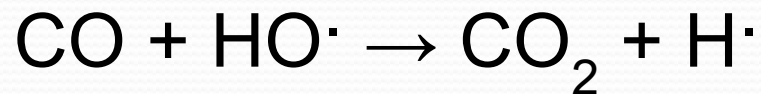
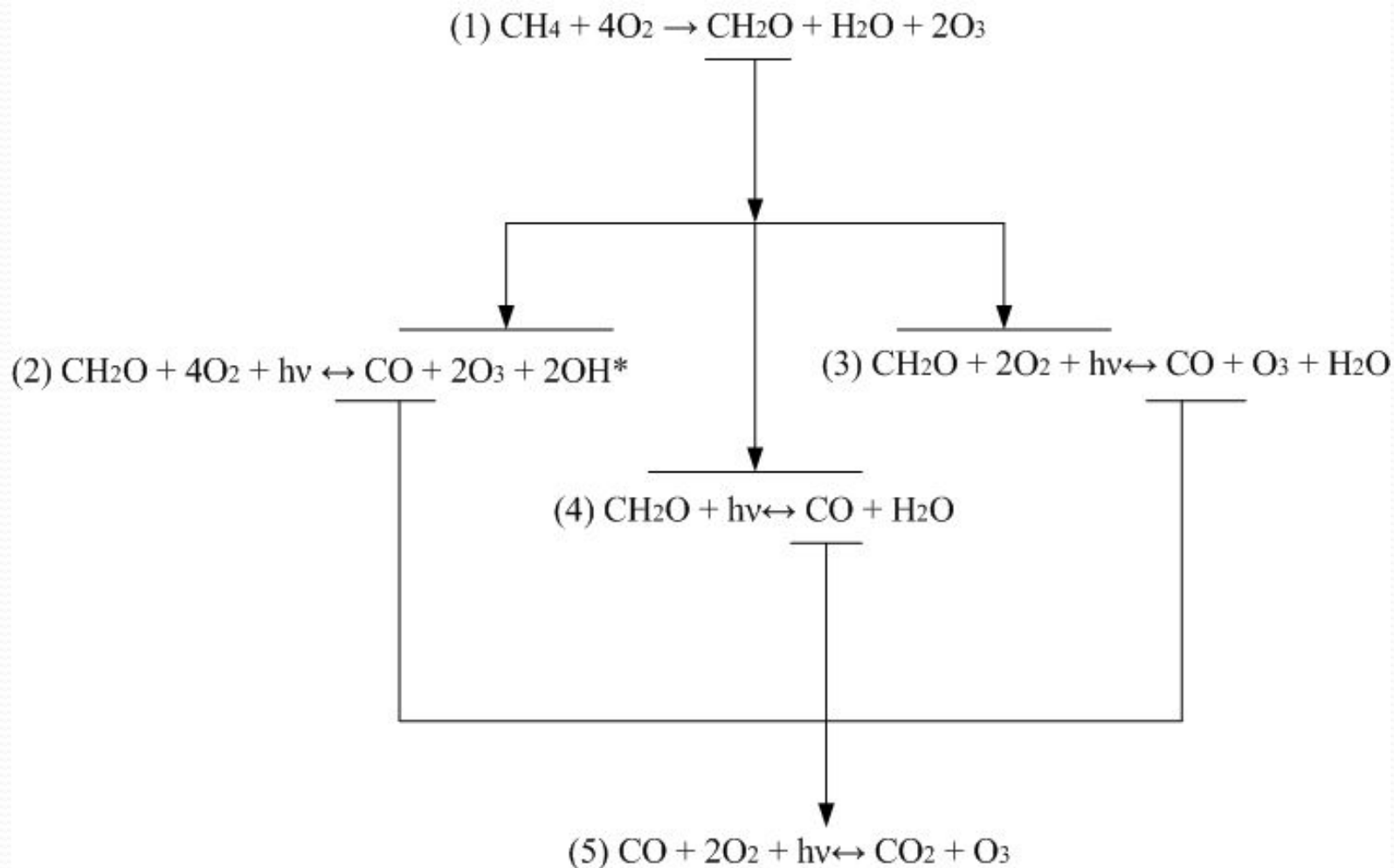


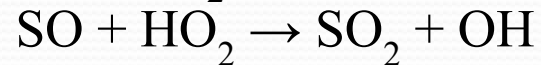
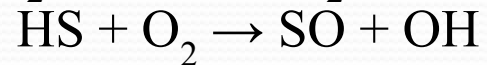
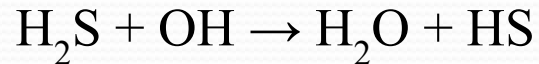
Схема превращения метана



Соединения серы в тропосфере

Трансформация соединений серы

Сероводород H_2S

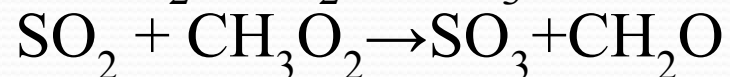
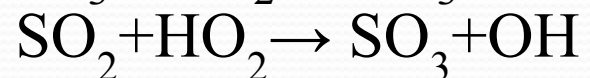
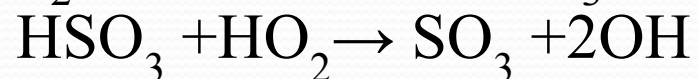


Диоксид серы SO_2

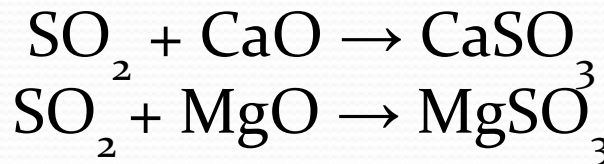
Окисление диоксида серы

- в газовой фазе ,
- в твердой фазе (окислению предшествует адсорбция)
- жидкой фазе (окислению предшествует абсорбция)

При газообразном окислении основную роль играют свободные радикалы

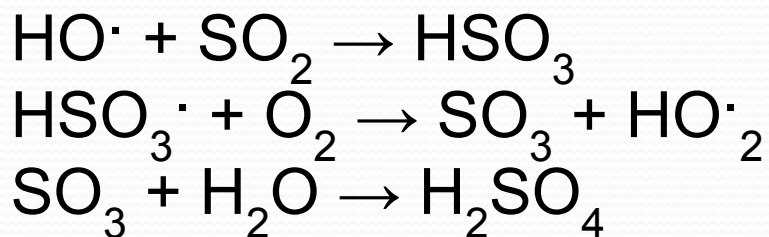


Окисление диоксида серы в твердой фазе – на поверхности твердых частиц

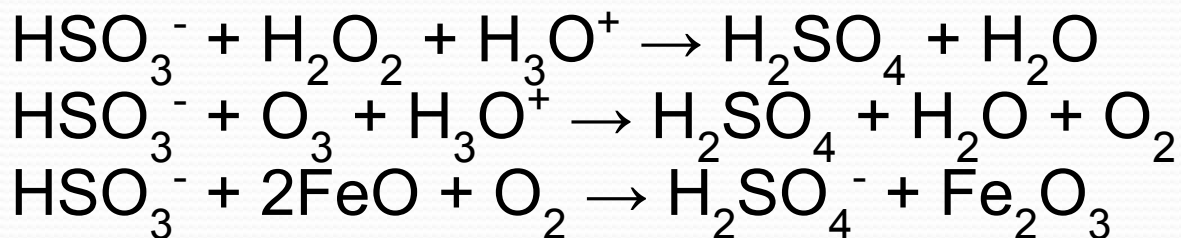


Механизм образования кислотных дождей

Механизм I:



Механизм II:



Механизм образования кислотных дождей

Механизм III («дневной» механизм):



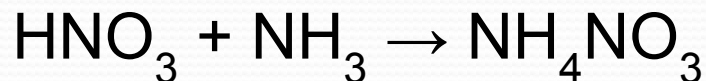
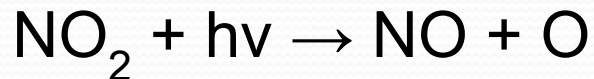
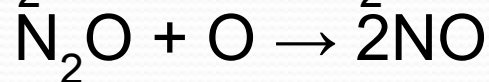
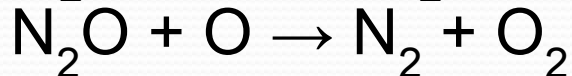
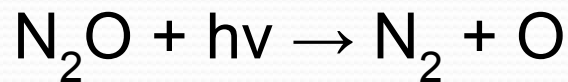
Механизм IV («ночной» механизм):



Соединения азота в тропосфере

Общая формула – NO_x

NO , NO_2 , N_2O , N_2O , N_2O_3 , N_2O_5



ФОТОХИМИЧЕСКИЙ СМОГ

Смог – это совокупность газообразных и твердых примесей в сочетании с туманом или аэрозольной дымкой, образующихся в результате их преобразования и вызывающих интенсивное загрязнение атмосферы

Два типа смога:

- классический (лондонский)
- фотохимический

Характерные особенности фотохимического смога:

- образуется в ясную солнечную погоду при низкой влажности воздуха;
- сопровождается возникновением голубоватой дымки, небольшого тумана и ухудшением видимости;
- вызывает сильное раздражение слизистых оболочек и губит листву растений, что является результатом сильного окислительного действия.

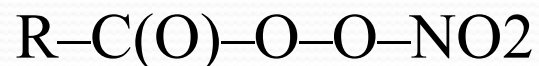
Химизм образования фотохимического смога

ультрафиолетовая радиация

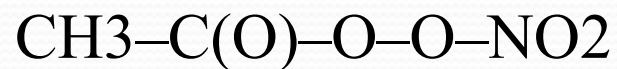
оксиды азота + углеводороды

→ пероксиацетилнитрат (ПАН) + озон (O_3)

С присутствием органических соединений в воздухе городов связаны и процессы образования высокотоксичных пероксидных соединений:



Пероксиацетилнитрат (ПАН)



Пероксибензилнитрат (ПБН)

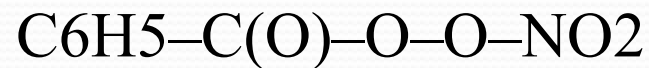
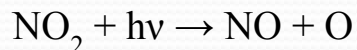


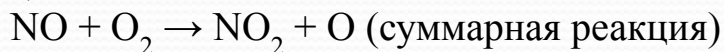
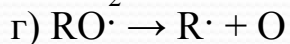
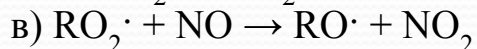
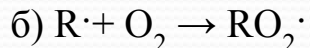
Схема вероятного механизма образования фотохимического смога

1. Поглощение света:

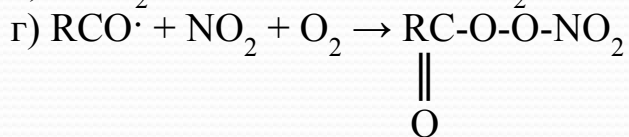
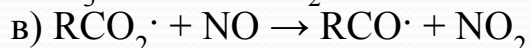
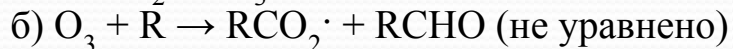
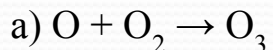


(SO_2 и SO_3 также способны поглощать свет)

2. Цепь ароматного кислорода:

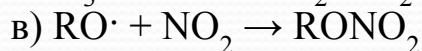
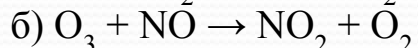
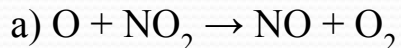


3. Цепь озона:



(вероятно, в две стадии)

4. Обрыв цепи:



Лондонский смог

Смог лондонского типа — сочетание газообразных загрязнителей (в основном сернистого газа SO_2), пылевых частиц и тумана.

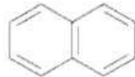

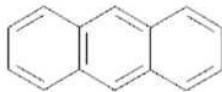
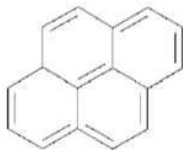
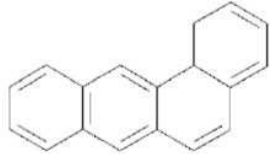
Впервые был отмечен в 1952 г. в Лондоне.

Главным действующим компонентом смога является сернистый газ в сочетании с аэрозолем серной кислоты.

Смог наблюдается обычно в осенне-зимнее время (с октября по февраль).

Загрязнение тропосферы органическими загрязнителями

Некоторые полиароматические углеводороды, идентифицированные в окружающей среде

Название	Химическая формула
Нафталин	
Фенантрен	
Антрацен	
Пирен	
Бензантрацен	
Бензпирен	