KURIKULUM MERDEKA

BAHAN AJAR

LAJU REAKSI

Untuk Siswa SMA Kelas XI



SMA NEGERI 21 MAKASSAR

LIVEWORKSHEETS

LAJU REAKSI

A. Peta Konsep



B. Pendahuluan



Reaksi-reaksi kimia berlangsung dengan laju yang beraneka ragam. Ada reaksi yang lambat dan ada pula reaksi yang cepat. Perkaratan besi, reaksi-reaksi kimia dalam tubuh, dan reaksi antara bahan cat dan oksigen merupakan contoh reaksi yang berlangsung lambat. Reaksi antara larutan asam dan basa atau reaksi pembakaran kembang api merupakan contoh reaksi yang sangat cepat.

Hal apa yang dijadikan ukuran untuk menentukan laju reaksi dan mengapa ada reaksi yang cepat dan lambat? Konsep laju reaksi dan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi akan menjawab pertanyaan itu. Selanjutnya, teori laju reaksi akan memberikan gambaran tentang jalannya reaksi dan akan menjelaskan alasan-alasan mengapa berbagai faktor dapat memengaruhi laju reaksi.

Pengetahuan tentang laju reaksi sangat bermanfaat bagi kegiatan (industri) yang menggunakan berbagai reaksi kimia dalam proses produksinya. Karena waktu, tenaga, dan biaya sangat berarti, maka laju reaksi yang cepat dan terkendali akan menguntungkan industri tersebut.

LIVEWORKSHEETS

C. Uraian Materi

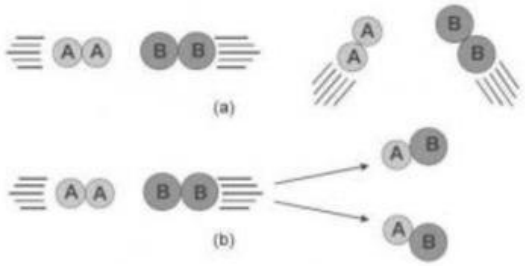
1. Teori Tumbukan

Reaksi kimia yang terjadi disekitar kita dapat terjadi karena adanya tumbukan antara partikel-partikel zat yang bereaksi. Tanpa adanya tumbukan antara dua partikel atau lebih maka reaksi kimia tidak akan terjadi.

Tumbukan-tumbukan antara partikel-partikel zat yang bereaksi akan menghasilkan produk. Dalam suatu reaksi kimia, tumbukan efektif akan mempengaruhi berkurangnya reaktan dan terbentuknya produk. Teori tumbukan akan memberikan gambaran tentang pertemuan partikel-partikel pereaksi sebagai suatu tumbukan. Tidak selalu tumbukan antar partikel menghasilkan reaksi. Tumbukan yang menghasilkan partikel-partikel produk hasil reaksi disebut tumbukan efektif. Faktor-faktor yang menentukan tumbukan efektif yaitu energi kinetik partikel (molekul) dan orientasi atau arah partikel.

a. Orientasi Partikel

Orientasi merupakan arah atau posisi antarmolekul yang bertumbukan. Orientasi tumbukan molekul yang tepat akan dapat menghasilkan tumbukan yang efektif.



Gambar 1. (a) Tumbukan tidak efektif karena tidak membentuk molekul baru (produk); (b) Tumbukan efektif karena membentuk molekul baru
Sumber:https://images.app.goo.gl/fmQk3JsQ8XgTguGc8

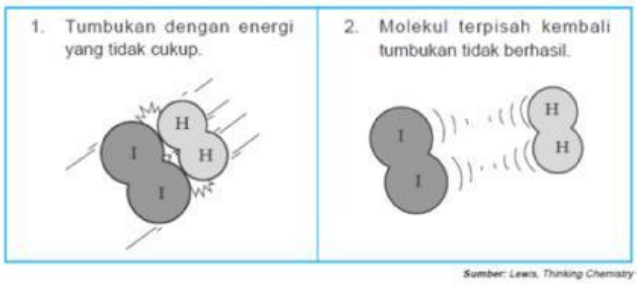
Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa arah orientasi tumbukan yang tepat akan menghasilkan tumbukan efektif yang akan menghasilkan produk, sedangkan arah orientasi yang tidak tepat akan menyebabkan terjadinya tumbukan tidak efektif yang tidak menghasilkan produk.

b. Energi Pengaktivan atau Energi Aktivasi

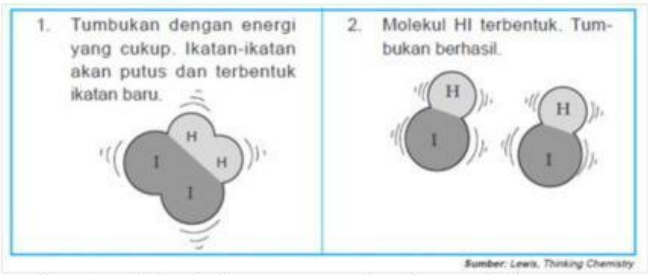
Sebelum partikel-partikel mengalami tumbukan, maka partikel-partikel tersebut memerlukan suatu energi minimum atau biasa disebut energi aktivasi (Ea). Energi aktivasi adalah energi minimum yang diperlukan untuk berlangsungnya suatu reaksi. Energi tersebut

LIVEWORKSHEETS

yang kemudian digunakan untuk memutus ikatan sekaligus membentuk ikatan yang baru, sehingga terbentuklah produk reaksi. Contoh amati gambar reaksi antara hidrogen dan iodium berikut:

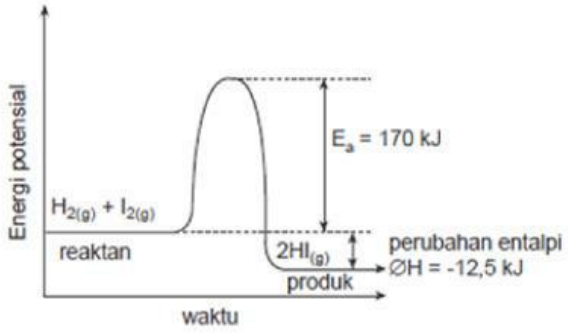


Gambar 2. Tumbukan yang tidak menghasilkan produk
Sumber:https://rinioktavia19942.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/06/e1.png



Gambar 3. Tumbukan yang menghasilkan produk
Sumber:https://rinioktavia19942.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/06/e1.png

Dalam peristiwa tumbukan antar molekul pereaksi, meskipun sudah terjadi tumbukan dengan orientasi yang tepat, namun apabila energi yang digunakan kurang, maka reaksi tidak akan terjadi. Untuk lebih jelasnya perhatikan grafik berikut ini:



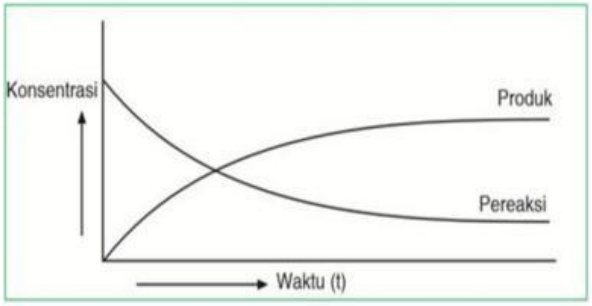
Gambar 4. Grafik Ea yang diperlukan
Sumber:https://rinioktavia19942.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/06/e1.png

Energi aktivasi pada reaksi tersebut adalah 170 kJ per mol. Untuk terjadi tumbukan antara H_2 dan I_2 diperlukan energi ≥170 kJ. Pada saat reaksi terjadi energi sebesar 170 kJ diserap dan digunakan untuk memutuskan ikatan H – H dan I – I selanjutnya ikatan H – I terbentuk. Pada saat terbentuk H – I ada energi yang dilepaskan sehingga reaksi tersebut termasuk reaksi eksoterm.

LIVEWORKSHEETS

2. Laju Reaksi

Laju reaksi menyatakan laju berkurangnya jumlah reaktan atau laju bertambahnya jumlah produk dalam satuan waktu. Satuan jumlah zat bermacam – macam, misalnya gram, mol, atau konsentrasi. Sedangkan satuan waktu digunakan detik, menit, jam, hari, ataupun tahun. Laju reaksi dapat digambar seperti gambar berikut :



Gambar 5. Grafik hubungan konsentrasi terhadap waktu
Sumber:https://rinioktavia19942.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/06/e1.png

Dari gambar diatas, kita dapat melihat bahwa konsentrasi reaktan berkurang, sedangkan konsentrasi produk bertambah tiap satuan waktu. Pernyataan tersebut dapat dituliskan secara ringkas sebagai berikut:

$$r_{reaktan} = -\frac{\Delta[reaktan]}{\Delta t} \quad \text{Atau} \quad r_{produk} = +\frac{\Delta[produk]}{\Delta t}$$

Keterangan:
r = laju reaksi ($M.detik^{-1}$)
Δ[reaktan] = perubahan konsentrasi reaktan (M)
Δ[produk] = perubahan konsentrasi produk (M)
Δt = perubahan waktu (detik)

Tanda negatif pada rumus di atas menunjukkan bahwa konsentrasi reaktan berkurang, sedangkan tanda positif menunjukkan konsentrasi produk bertambah.

Contoh:

Pada suhu 25°C laju penguraian N_2O_5 menjadi NO_2 dan O_2 adalah $2,4 \times 10^{-6}$ $mol.l^{-1}.detik^{-1}$ pada pengurangan konsentrasi gas N_2O. Tentukan laju reaksi pembentukan NO_2 pada suhu yang sama untuk reaksi berikut.

$$2N_2O_{5(g)} \rightarrow 4NO2_{(g)} + O_{2(g)}$$

Jawaban:

$$v\ NO_2 = \frac{4}{2} \times v\ N_2O_5$$

$$v\ NO_2 = \frac{4}{2} \times 2,4 \times 10^{-6} = 4,8x10^{-6} M/s^{-1}$$

LIVEWORKSHEETS

3. Persamaan Laju Reaksi dan Orde Reaksi

a. Persamaan Laju Reaksi

Persamaan laju reaksi menggambarkan hubungan kuantitatif antara laju reaksi dengan konsentrasi molar reaktan. Persamaan laju reaksi dikenal dengan hukum laju reaksi. Tetapan laju atau konstanta laju reaksi disimbolkan dengan k. Nilai k terrgantung pada jenis reaksi dan suhu. Setiap jenis reaksi mempunyai nilai k tertentu. Semakin cepat reaksi maka nilai k juga semakin besar, begitu pula sebaliknya (Partana, 2009).

Untuk reaksi A + B → C + D, maka persamaan laju reaksinya dapat dinyatakan sebagai berikut:

b. $v = k\,[A]^m\,[B]^n$

Keterangan:
v = Laju reaksi
k = Tetapan laju reaksi
[A] = Konsentrasi pereaksi A
[B] = Konsentrasi pereaksi B
m = Orde reaksi terhadap A
n = Orde reaksi terhadap B
m + n = Orde reaksi total

Selain nilai k, persamaan laju reaksi juga memuat orde reaksi. Orde reaksi adalah pangkat molaritas atau konsentrasi molar dalam persamaan laju reaksi. Orde reaksi disebut juga tingkat reaksi. penjumlahan masing-masing reaktan (m dan n) merupakan orde reaksi keseluruhan atau total.

Contoh:

Suatu reaksi berlangsung seperti persamaan berikut

$$A + 2B \rightarrow C$$

Perhatikan data hasil percobaan dari reaksi tersebut

Percobaan	[A] M	[B] M	r (M/s)
1	0,2	0,1	0,04
2	0,1	0,1	0,02
3	0,1	0,3	0,18

Berdasarkan data diatas, tentukan persamaan lajunya!

Pembahasan:

LIVEWORKSHEETS

- Dalam menentukan orde reaksi terhadap A, perhatikan data yang sama pada table diatas. Untuk menentukan orde reaksi terhadap A, maka cari percobaan yang memiliki nilai konsentrasi terhadap B yang sama. Dalam table di atas, nilai konsentrasi terhadap B yang sama adalah percobaan 1 dan 2 maka

  $$\frac{r1}{r2} = \frac{k\,[A]1^x\,[B]1^y}{k\,[A]2^x\,[B]2^y}$$

  $$\frac{0{,}04}{0{,}02} = \frac{k\,[0{,}2]^x\,[0{,}1]^y}{k\,[0{,}1]^x\,[0{,}1]^y}$$

  $2 = [2]^x$

  $x = 1$

  jadi, orde reaksi terhadap A adalah 1

- menentukan orde reaksi terhadap B, perhatikan data yang sama pada table diatas. Untuk menentukan orde reaksi terhadap B, maka cari percobaan yang memiliki nilai konsentrasi terhadap A yang sama. Dalam table di atas, nilai konsentrasi terhadap B yang sama adalah percobaan 2 dan 3 maka

  $$\frac{r2}{r3} = \frac{k\,[A]2^x\,[B]2^y}{k\,[A]3^x\,[B]3^y}$$

  $$\frac{0{,}02}{0{,}18} = \frac{k\,[0{,}1]^x\,[0{,}1]^y}{k\,[0{,}1]^x\,[0{,}3]^y}$$

  $$\frac{1}{9} = \left[\frac{1}{3}\right]^y$$

  $$\frac{1}{3^2} = \frac{1}{3}y$$

  $y = 2$

  jadi orde reaksi terhadap B adalah 2

  dengan demikian, persamaan laju reaksinya adalah

  $r = k\,[A][B]^2$

- untuk menentukan orde reaksi total dari reaksi tersebut, kalian sisa menjumlahkan orde reaksi terhadap A dan orde reaksi terhadap B.

  orde reaksi terhadap A (x) = 1

  orde reaksi terhadap B (y) = 2

  sehingga 1+2 = 3, yang berarti orde reaksi total dari reaksi tersebut adalah 3

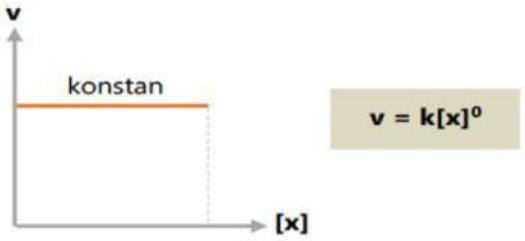
LIVEWORKSHEETS

b. Orde Reaksi

1) Orde reaksi nol

Kondisi apabila laju reaksi tidak dipengaruhi oleh konsentrasi reaktan. Secara matematis, pangkat nol selalu sama dengan satu, sehingga laju reaksi suatu zat berorde nol adalh konstan pada konsentrasi berapapun dan mempunyai nilai yang sama dengan laju reaksi (k).

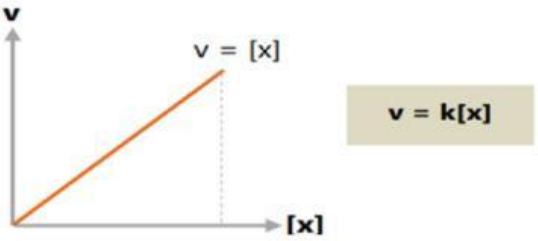
$$r = k[A]^m = k$$



2) Orde reaksi Satu

Jika orde reaksi suatu zat sama dengan satu, berarti penambahan konsentrasi akan berbanding lurus (linier) dengan kenaikan laju reaksi.

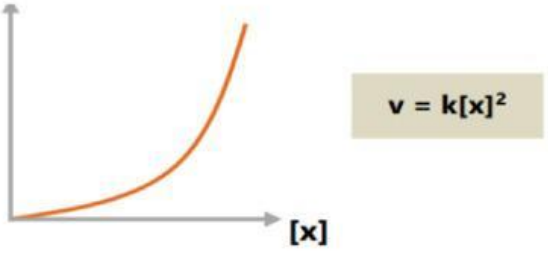
$$r = k[A]^1 = k[A]$$



3) Orde reaksi dua

Jika orde reaksi zat sama dengan dua, berarti reaksinya akan bertambah seiring bertambahnya konsentrasi dan laju reaksi sebanding dengan kuadrat konsentrasi zat terlarut.

$$r = k[A]^2$$

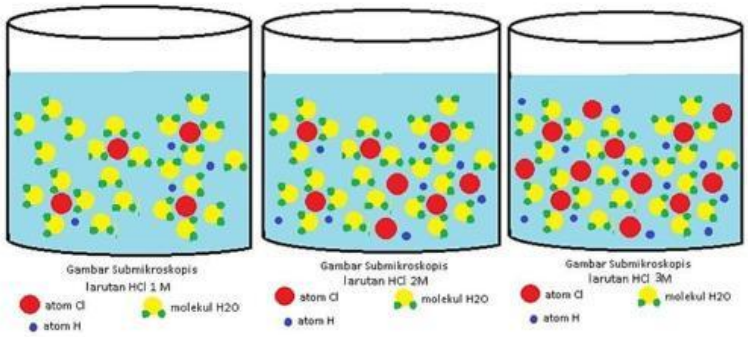


LIVEWORKSHEETS

4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi

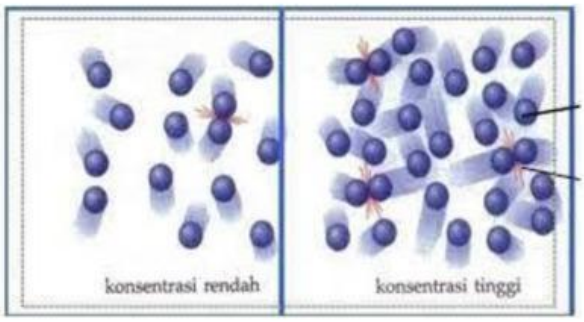
a. Konsentrasi

Jika konsentrasi suatu larutan makin besar, larutan akan mengandung jumlah partikel semakin banyak sehingga partikel-partikel tersebut akan tersusun lebih rapat dibandingkan larutan yang konsentrasinya lebih rendah. Susunan partikel yang lebih rapat memungkinkan terjadinya tumbukan semakin banyak dan kemungkinan terjadi reaksi lebih besar. Sehingga, makin cepat laju reaksinya.



Gambar 5. Perbandingan konsentrasi larutan

Rapatnya partikel-partikel dalam molekul tersebut sehingga memungkinkan tumbukan partikel semakin banyak sehingga laju reaksi akan semakin cepat.



b. Luas Permukaan Sentuh Zat

Tempat terjadinya reaksi kimia pada permukaan partikel reaktan. Semakin besar luas permukaan reaktan, maka semakin cepat laju reaksinya karena semakin banyak partikel yang dapat bertumbukan dan bereaksi.

c. Suhu

Peningkatan suhu akan meningkatkan energi kineti molekul-molekul reaktan. Molekul dengan energi kinetik yang lebih tinggi akan bertumbukan dengan frekuensi dan energi yang lebih besar sehingga lebih banyak tumbukan efektif yang dapat menyebabkan reaksi. umumnya setiap kenaikan suhu 10˚C, maka laju reaksi akan naik sekitar 2-3 kali lipat

d. Katalis

LIVEWORKSHEETS

Katalis adalah zat yang mampu mempercepat laju reaksi. Katalis ikut bereaksi, tetapi di akhir reaksi, katalis terbentuk kembali seperti semula. Katalis dapat mempercepat laju reaksi dengan cara membuat mekanisme reaksi alternatifdengan harga energi aktivasi yang lebih rendah. Dengan rendahnya energi aktivasi maka tumbukan berlangsung lebih maksimal dan reaksi berlangsung lebih cepat.

LIVEWORKSHEETS

DAFTAR PUSTAKA

Ramli, M., dkk. (2022). *Kimia XI SMA/MA*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Sunarya, Yayan dan Agus Setia Budi. 2009. *Mudah dan Aktif Belajar Kimia untuk kelas XI SMA/MA Program Ilmu Pengetahuan Alam*. Bandung : Setia Purna Inves

LIVEWORKSHEETS