

## 化学 授業プリント③

< 2章 1節 化学反応と熱・光エネルギー >

< 2章 2節 化学反応と電気エネルギー >

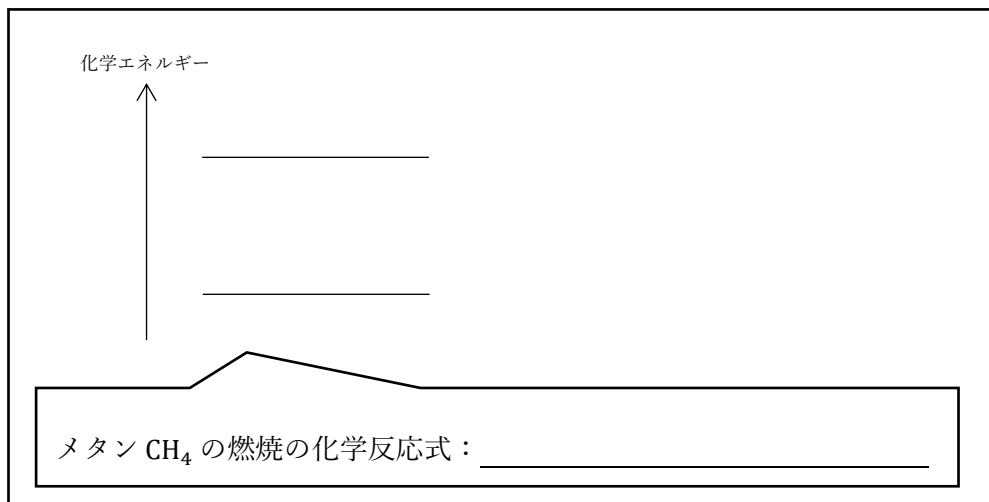
○化学反応と熱の出入り

物質が化学反応（＝化学変化：物質の \_\_\_\_\_ が変わる）するとき、  
周囲へ熱が放出される or 周囲から熱が吸収される。

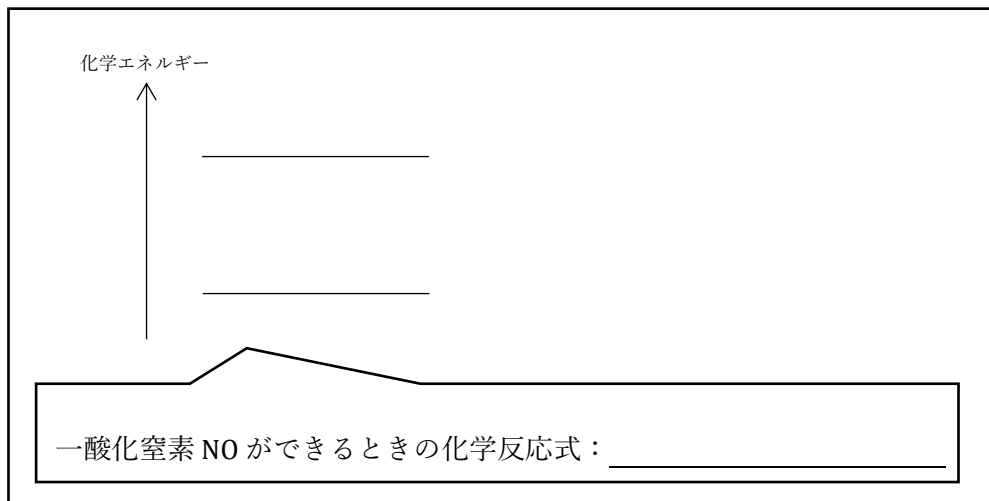
また、物質が状態変化（化学変化ではなく \_\_\_\_\_ 変化）するときにも  
熱の出入りが起こる。

物質が化学変化や状態変化をすると、物質に蓄えられている  
エネルギー（＝ \_\_\_\_\_ エネルギー）が変化するから。

(例) メタン  $\text{CH}_4$  が燃焼するとき、熱が放出される： \_\_\_\_\_ 反応



(例) 窒素と酸素が一酸化窒素になるとき、熱が吸収される： \_\_\_\_\_ 反応



※ 化学反応に伴って 発生 or 吸収 される熱は、\_\_\_\_\_ と呼ばれる。

○熱化学方程式（化学反応における熱の出入りが分かるように表した式）

(例) メタン  $\text{CH}_4$  の燃焼の化学反応式： $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

⇓

熱化学方程式で表すと： $\text{CH}_4(\text{気}) + 2\text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}_2(\text{気}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 891 \text{ kJ}$

$\text{CH}_4(\text{気})$ ：気体の状態の  $\text{CH}_4$  \_\_\_\_\_ mol が持つ \_\_\_\_\_

$2\text{O}_2(\text{気})$ ：気体の状態の  $\text{O}_2$  \_\_\_\_\_ mol が持つ \_\_\_\_\_

状態によってエネルギーが異なるので、化学式には状態も表す

化学式の係数 = その物質の \_\_\_\_\_

↓

上の熱化学方程式では、次のことが表されていると分かる。

気体の  $\text{CH}_4$  1 mol のエネルギー + 気体の  $\text{O}_2$  2 mol のエネルギー は、  
気体の  $\text{CO}_2$  1 mol のエネルギー + 液体の  $\text{H}_2\text{O}$  2 mol のエネルギー より  
891 kJ だけ \_\_\_\_\_

⇓

メタン  $\text{CH}_4$  の燃焼は \_\_\_\_\_ 反応であると分かる。

(練習) メタン 1.0 g を完全燃焼させるとき、何 kJ の熱が発生するか求めよ。  
原子量は  $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{C} = 12$  とする。

(練習) 黒鉛 1 mol を燃焼させて二酸化炭素 1 mol が生じるとき、394 kJ の熱が発生する。  
このことを熱化学方程式で表せ。

同素体が存在するものについては、  
C(黒鉛)、C(ダイヤモンド)などと記す

(練習) ダイヤモンド 0.200 g を燃焼させると、6.60 kJ の熱が発生して二酸化炭素になる。  
この反応の熱化学方程式を表せ。原子量は C = 12 とする。

○反応熱の種類

化学反応にはいろいろな種類があるので、反応熱にもいろいろな種類がある。

・ 燃焼熱 = 物質 1 mol が完全燃焼するときに \_\_\_\_\_ 熱

(例) エタン  $C_2H_6$  の燃焼熱は 1561 \_\_\_\_\_ である。

↓

エタンの燃焼の熱化学方程式が、次のように表せる。

\_\_\_\_\_

・ 生成熱 = 物質 1 mol が、その成分元素の \_\_\_\_\_ からできるときに \_\_\_\_\_ 熱

(例) 水  $H_2O$  (気) の生成熱は 242 \_\_\_\_\_ である。

↓

気体の水 (水蒸気) の生成の熱化学方程式は、次のように表せる。

\_\_\_\_\_

・ 中和熱 = 酸と塩基の中和によって水 1 mol ができるときに \_\_\_\_\_ 熱

(例) 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和熱は 56.5 \_\_\_\_\_ である。

↓

塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和の熱化学方程式は次のように表せる。

\_\_\_\_\_

○ aq = 「○ の水溶液」

・溶解熱 = 物質 1 mol を多量の溶媒に溶かしたときに \_\_\_\_\_ 熱

(例) 水酸化ナトリウムの溶解熱は 44.5 \_\_\_\_\_ である (溶媒は水)。

↓

水酸化ナトリウムの水への溶解の熱化学方程式が、次のように表せる。

\_\_\_\_\_

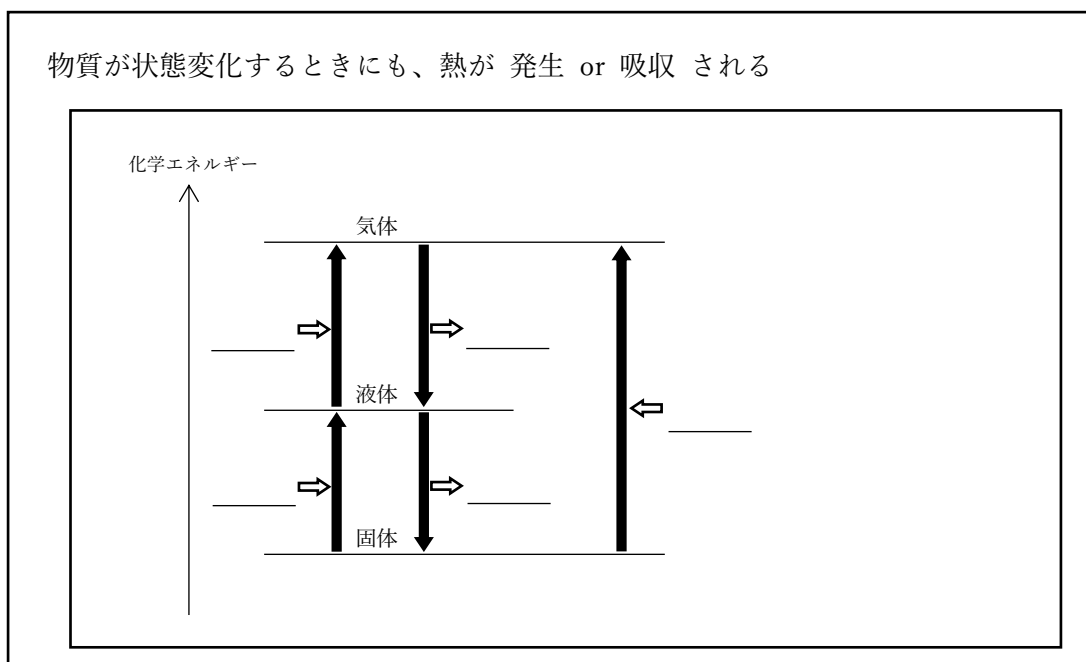
※ 4つの反応熱の中で、\_\_\_\_\_と\_\_\_\_\_は必ず正の値である。

(練習) メタノール  $\text{CH}_3\text{OH}$  (液) の燃焼熱は  $726 \text{ kJ/mol}$  である。メタノール  $\text{CH}_3\text{OH}$  (液) 1 mol が完全燃焼するときの様子を熱化学方程式で表せ。

(練習) アンモニア  $\text{NH}_3$  (気) の生成熱は  $45.9 \text{ kJ/mol}$  である。アンモニア  $\text{NH}_3$  (気) 1 mol が成分元素の単体から生成するときの様子を熱化学方程式で表せ。

(練習) 硝酸アンモニウム  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (固) の溶解熱は  $-25.7 \text{ kJ/mol}$  である (溶媒は水)。  
硝酸アンモニウム  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (固) 1 mol が多量の水に溶けるときの様子  
を熱化学方程式で表せ。

○状態変化の熱化学方程式



(練習) 水の融解熱は 6.0 kJ/mol である。

- (1) 1 mol の固体の水が液体になる様子を、熱化学方程式で表せ。
- (2) 1 mol の液体の水が固体になる様子を、熱化学方程式で表せ。

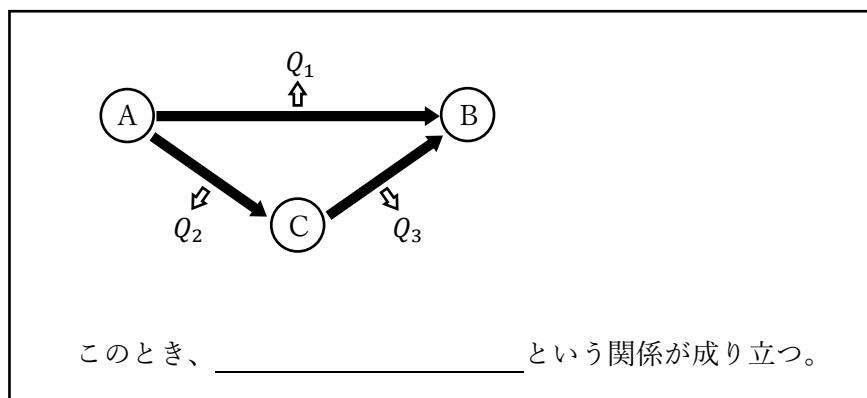
(練習) 水の蒸発熱は 44 kJ/mol である。

- (1) 1 mol の液体の水が気体になる様子を、熱化学方程式で表せ。
- (2) 1 mol の気体の水が液体になる様子を、熱化学方程式で表せ。

○ヘスの法則

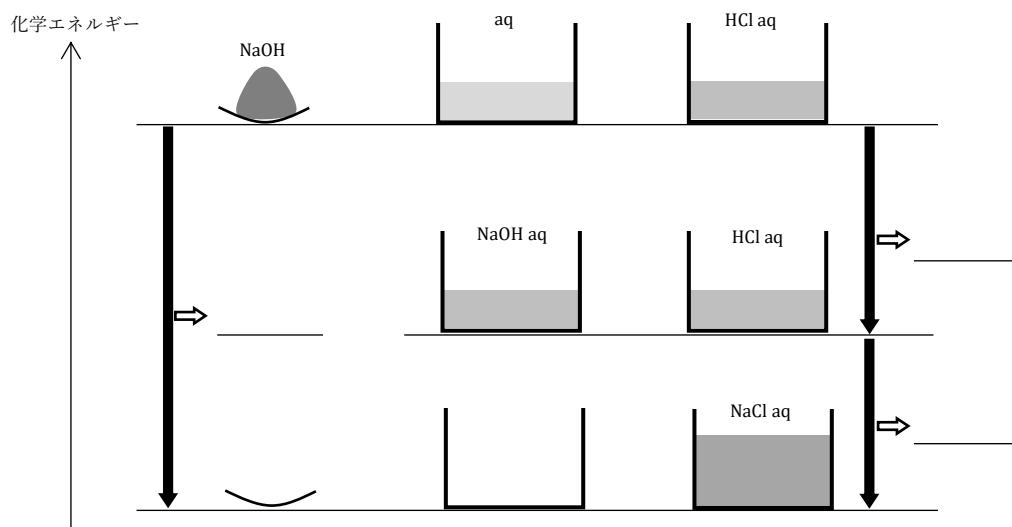
物質が変化するときに入出力する熱量（反応熱）は、最初と最後の状態だけで決まり、反応経路には\_\_\_\_\_である。

(例)



※ ヘスの法則が成り立っていることを確かめられる例

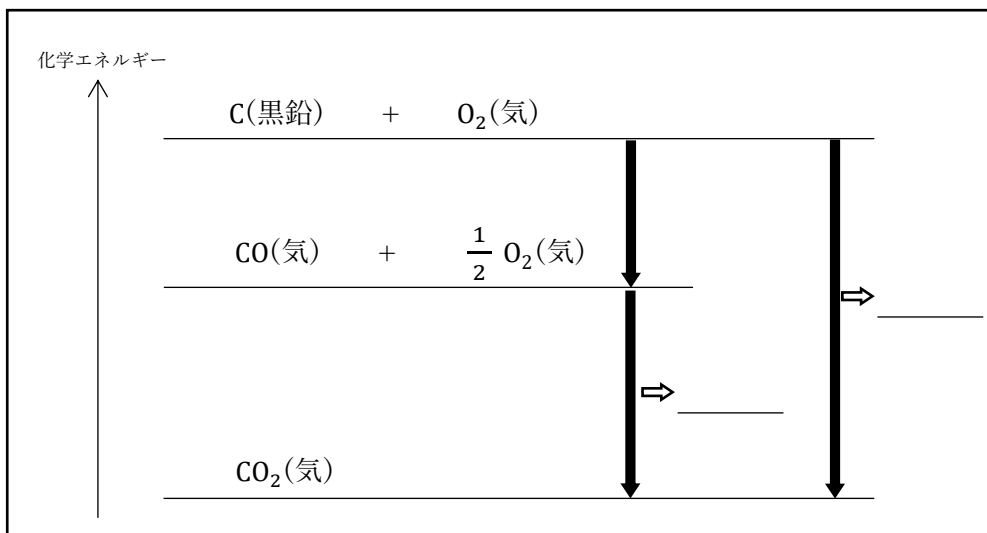
- ① 水酸化ナトリウム 1 mol を、塩化水素 1 mol が溶けている塩酸と中和させると、101 kJ の熱が発生する。
- ② 水酸化ナトリウム 1 mol を水へ溶かすと、44.5 kJ の熱が発生する。
- ③ 水酸化ナトリウム 1 mol が溶けた水溶液を、塩化水素 1 mol が溶けている塩酸と中和させると、56.5 kJ の熱が発生する。





○ヘスの法則の活用

(例) 炭素(黒鉛)の燃焼熱は  $394 \text{ kJ/mol}$ 、一酸化炭素の燃焼熱は  $283 \text{ kJ/mol}$  であることから、一酸化炭素の生成熱を求められる。



図から、一酸化炭素の生成熱は \_\_\_\_\_  $\text{kJ/mol}$  であると分かる。



このような図を描かず、熱化学方程式を書くだけでも一酸化炭素の生成熱は求められる。

・炭素(黒鉛)の燃焼の熱化学方程式： \_\_\_\_\_ … ①

・一酸化炭素の燃焼の熱化学方程式： \_\_\_\_\_ … ②



求めたいのは \_\_\_\_\_ に登場する反応熱である。

上の①と②からこれと同じ熱化学方程式を作ると

\_\_\_\_\_

となり、ここから一酸化炭素の生成熱は

\_\_\_\_\_  $\text{kJ/mol}$  と求められる。

求めたい熱化学方程式に登場しない物質を消す

(練習) 黒鉛とダイヤモンドの燃焼熱は、それぞれ  $394 \text{ kJ/mol}$ 、 $395 \text{ kJ/mol}$  である。  
黒鉛からダイヤモンドを作るときの反応熱を求めよ。

(練習) 二酸化炭素、水 (液体) の生成熱は、それぞれ  $394 \text{ kJ/mol}$ 、 $286 \text{ kJ/mol}$  である。  
また、プロパン  $\text{C}_3\text{H}_8$  (気体) の燃焼熱は  $2220 \text{ kJ/mol}$  である。プロパンの生成熱を求めよ。

(練習) 二酸化炭素、水 (液体)、メタン  $\text{CH}_4$  (気体) の生成熱は、それぞれ  $394 \text{ kJ/mol}$ 、 $286 \text{ kJ/mol}$ 、 $75 \text{ kJ/mol}$  である。メタンの燃焼熱を求めよ。ただし、メタンの燃焼によって生じる水は液体であるとする。

(練習) 二酸化炭素、水 (液体)、エチレン  $\text{C}_2\text{H}_4$  (気体) の生成熱は、それぞれ  $394 \text{ kJ/mol}$ 、 $286 \text{ kJ/mol}$ 、 $-52 \text{ kJ/mol}$  である。エチレンの燃焼熱を求めよ。

○結合エネルギー

結合エネルギー = 分子内の \_\_\_\_\_ 結合 1 mol 分を切断するのに必要なエネルギー

(例) H-H の結合エネルギーは 436 kJ/mol である。

↓

水素分子  $\text{H}_2$  1 mol を水素原子 H に分解するには、\_\_\_\_\_ kJ のエネルギーが必要である。

… 熱化学方程式で表すと： \_\_\_\_\_

(例) O-H の結合エネルギーは 463 kJ/mol である。

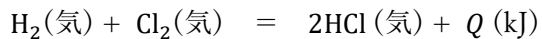
↓

水分子  $\text{H}_2\text{O}$  1 mol を水素原子 H と酸素原子 O に分解するには、\_\_\_\_\_ kJ のエネルギーが必要である。

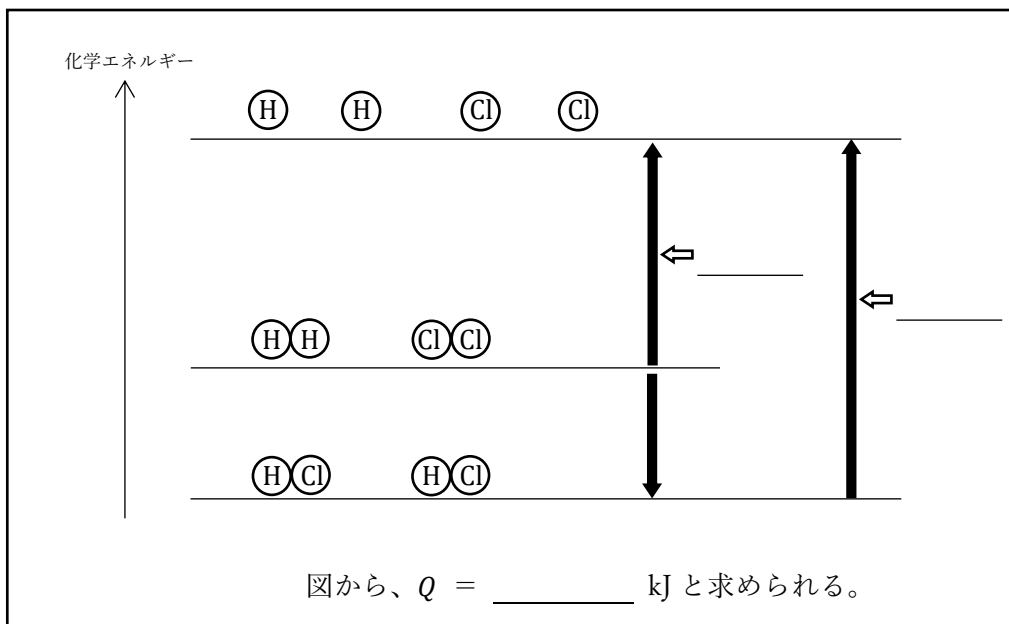
… 熱化学方程式で表すと： \_\_\_\_\_

○結合エネルギーから反応熱を求める

(例) H-H、Cl-Cl、H-Cl の結合エネルギーは、それぞれ 436 kJ/mol、243 kJ/mol、431 kJ/mol である。これらの値から、次の反応熱  $Q$  (kJ) を求めよ。



・エネルギー図を描いて求める方法



・熱化学方程式を書いて求める方法

・  $\text{H}_2$  分子の分解の熱化学方程式： \_\_\_\_\_ … ①

・  $\text{Cl}_2$  分子の分解の熱化学方程式： \_\_\_\_\_ … ②

・ HCl 分子の分解の熱化学方程式： \_\_\_\_\_ … ③

↓

これらを組み合わせて求めたい熱化学方程式を作ると、

\_\_\_\_\_ と求められる。

(練習) 水 (液体) の生成熱は  $242 \text{ kJ/mol}$ 、 $\text{H-H}$ 、 $\text{O=O}$  の結合エネルギーは  $436 \text{ kJ/mol}$ 、 $498 \text{ kJ/mol}$  である。水分子中の  $\text{O-H}$  の結合エネルギーを求めよ。

(練習)  $\text{H-H}$ 、 $\text{N}\equiv\text{N}$ 、 $\text{N-H}$  の結合エネルギーは、それぞれ  $436 \text{ kJ/mol}$ 、 $945 \text{ kJ/mol}$ 、 $390 \text{ kJ/mol}$  である。これらの値から、アンモニアの生成熱を求めよ。

## ○化学反応と光

化学発光 = \_\_\_\_\_エネルギー状態の物質が \_\_\_\_\_エネルギー状態に変わる  
ときに光を発する現象

(例) ルミノール反応

血液中のヘモグロビンなどが触媒となり、ルミノールが高エネルギー状態になる。これが低エネルギー状態になるときに発光する。

(例) ケミカルライト

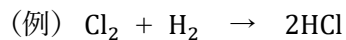
チューブの中で起こる化学反応によって蛍光物質にエネルギーが与えられ、蛍光物質が高エネルギー状態になる。これが低エネルギー状態に戻るときに発光する。

生物発光 = 生物の体内で起こる化学反応によって光を発する現象

(例) ホタルの発光

体内の酵素のはたらきで高エネルギーの物質が作られ、これが低エネルギー状態になるときに発光する。

光化学反応 = 光を吸収して起こる化学反応



塩素  $\text{Cl}_2$  と水素  $\text{H}_2$  の混合物に光を当てると、爆発的に反応して  $\text{HCl}$  が生じる。

$\text{Cl}_2$  に光が当たると、 $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}$  と変化して塩素原子 Clが生じる。

↓

$\text{Cl} + \text{H}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{H}$  という変化を起こし、水素原子 Hが生じる。

↓

$\text{H} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{Cl}$  という変化を起こし、塩素原子 Clが生じる。

↓

⋮

⋮

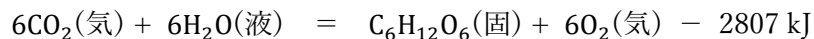
のように、\_\_\_\_\_反応が起こる。

※ 水素原子 H や 塩素原子 Cl には不対電子があるため、反応性が高い。

… 不対電子を持つものは\_\_\_\_\_と呼ばれる。

(例) 光合成

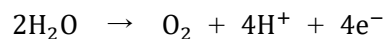
光合成を熱化学方程式で表すと



となる。ここからこの反応は\_\_\_\_\_反応であることが分かるが、

光合成では必要なエネルギーを光の形で吸収している。

吸収される光によって、次のように水が分解される。



このときに酸素が発生する。そして、生じる電子  $\text{e}^-$  が次の反応を起こして、グルコースなどが生成される。