

2月4日(日)

## 令和6年度 A日程入学試験問題

# 理 科

### — 注意事項 —

- 1 問題ページは以下のとおり。解答用紙はいずれの科目も1枚である。

物理	1～13 ページ
化学	15～33 ページ
生物	35～55 ページ

- 2 試験開始後、問題を見てから解答する科目を選択することができる。  
選択した科目は、解答用紙の科目名欄へ指示にしたがって記入し、選択欄を必ずマークすること。
- 3 解答は、解答用紙の解答マーク欄へ問題の指示にしたがってマークすること。  
解答用紙は全科目共通であるから、科目によってはマークしなくてもよい解答マーク欄がある。
- 4 試験時間は60分である。

# 化 学

問題は次のページからです。

# 化 学

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H : 1.0    C : 12    O : 16    Al : 27    Fe : 56    Cu : 64    Zn : 65

ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$

**1** この問題は、解答欄  ~  に解答すること。

次の問いに答えなさい。(25点)

問1 図1と図2の縦軸が表すものの組合せとして最もふさわしいものを、下のア~カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

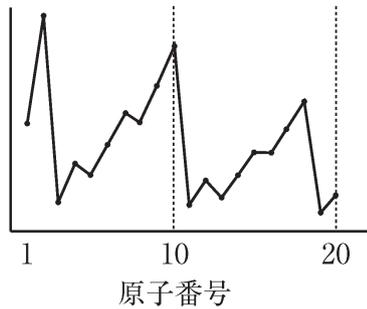


図1

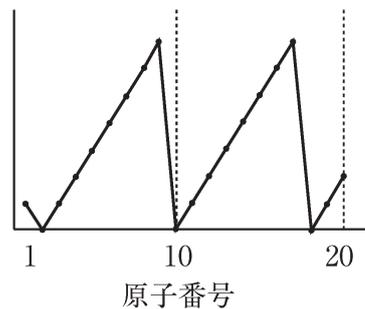


図2

	図1	図2
ア	イオン化エネルギー	価電子数
イ	イオン化エネルギー	最外殻電子数
ウ	価電子数	イオン化エネルギー
エ	価電子数	最外殻電子数
オ	最外殻電子数	イオン化エネルギー
カ	最外殻電子数	価電子数

問2 次の金属に関する記述 (a~d) のうちで、正しいものの組合せとして最もふさわしいものを、下の ア~カ の中から1つ選び、解答欄 2 にマークしなさい。

- a 金属結合とは、自由電子による金属原子どうしの結合である。
- b 金属は、硬くてもろい。
- c ほとんどの金属は、電気伝導性を示す。
- d 金属の単体の化学式は、分子式を用いて表す。

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| ア a・b | イ a・c | ウ a・d |
| エ b・c | オ b・d | カ c・d |

問3 酸・塩基に関する記述として誤っているものを、次の ア~カ の中から1つ選び、解答欄 3 にマークしなさい。

- ア ブレンステッド・ローリーの定義によると、 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  という反応において、 $\text{H}_2\text{O}$  は酸としてはたらいっている。
- イ 酢酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  は一価の酸である。
- ウ 電離度は、同じ物質であれば、常に一定の値を示す。
- エ 強酸とは、電離度が1に近い酸である。
- オ 中和反応とは、酸の  $\text{H}^+$  と塩基の  $\text{OH}^-$  が結合して水  $\text{H}_2\text{O}$  ができる反応である。
- カ 塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加える中和滴定を行うとき、指示薬としてフェノールフタレインを用いることができる。

問4 60℃において、硫酸銅(II)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (式量 250) を 50g 溶かすために最低限必要な水の質量 [g] として最もふさわしいものを、次の ア~カ の中から1つ選び、解答欄 4 にマークしなさい。ただし、硫酸銅(II)  $\text{CuSO}_4$  (式量 160) は 60℃の水 100g に 40g 溶けるものとする。

- |       |       |        |
|-------|-------|--------|
| ア 20g | イ 31g | ウ 40g  |
| エ 62g | オ 80g | カ 125g |

問5 水素の単体に関する記述として誤っているものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **5** にマークしなさい。

- ア 水に溶けにくいいため、水上置換で捕集することができる。
- イ 亜鉛と希硫酸の反応によって生じる。
- ウ 水の電気分解によって、酸素とともに生じる。
- エ 水素と塩素の混合気体に強い光を当てると、塩化水素が生成する。
- オ 燃料電池の活物質として用いられる。
- カ 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加えることによって生じる。

問6 酸化鉄(III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を一酸化炭素で還元することによって、鉄の単体を得ることができる。この反応は、次のような式で表すことができる。ここで、8.0kgの  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を用いて、反応を完全に進行させたとき、得られる単体の鉄の質量 [kg] として最もふさわしいものを、下のア～カの中から1つ選び、解答欄 **6** にマークしなさい。



- |          |         |         |
|----------|---------|---------|
| ア 0.93kg | イ 1.4kg | ウ 5.6kg |
| エ 1.9kg  | オ 2.8kg | カ 11kg  |

問7 ナイロン66は、アジピン酸(分子量:146)とヘキサメチレンジアミン(分子量:116)との縮合重合によって得られる。アジピン酸7.30gと、過不足なく反応するヘキサメチレンジアミンを反応させたとき、得られるナイロン66の質量 [g] として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **7** にマークしなさい。ただし、得られるナイロン66の平均分子量は十分に大きいものとする。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ア 5.65g | イ 6.10g | ウ 8.34g |
| エ 11.3g | オ 12.2g | カ 13.1g |

2 この問題は、解答欄 21 ～ 27 に解答すること。

次の問い (A)・(B) に答えなさい。(25点)

(A) 化学結合と結晶の構造に関する次の問いに答えなさい。

問1 図1は、塩化セシウム CsCl の結晶格子の単位格子であり、近接するイオンどうしは互いに接しているものとする。この結晶格子に関する下の記述 (a～c) について、その正誤の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～クの中から1つ選び、解答欄 21 にマークしなさい。

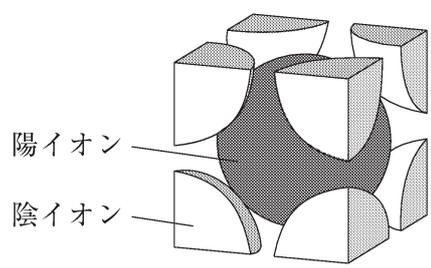


図1

- a 単位格子に含まれる塩化物イオンの数は8個である。
- b セシウムイオンの配位数は6である。
- c 塩化ナトリウムの結晶格子は塩化セシウムの結晶格子と同じ構造である。

	a	b	c
ア	正	正	正
イ	正	正	誤
ウ	正	誤	正
エ	正	誤	誤
オ	誤	正	正
カ	誤	正	誤
キ	誤	誤	正
ク	誤	誤	誤

問2 結晶の種類とその特徴に関する記述として最もふさわしいものを、次の ア～オ の中から1つ選び、解答欄 **22** にマークしなさい。

- ア イオン結晶は水に溶解させると電気伝導性を示す。
- イ イオン結晶はイオン結合でできており、すべて水に溶けやすい。
- ウ 分子結晶は融点・沸点ともに低く、共有結合を含まない。
- エ 水素原子を含む分子結晶には、すべて水素結合がはたらく。
- オ 黒鉛は層状の物質であり、分子結晶である。

問3 ある金属結晶の構造は面心立方格子である。この金属結晶の単位格子における一辺の長さを  $a$  [cm]、密度を  $d$  [g/cm<sup>3</sup>]、アボガドロ定数を  $N$  [/mol] とするとき、この金属の原子量として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **23** にマークしなさい。

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ア $\frac{2d}{a^3N}$ | イ $\frac{4d}{a^3N}$ | ウ $\frac{6d}{a^3N}$ |
| エ $\frac{a^3dN}{2}$ | オ $\frac{a^3dN}{4}$ | カ $\frac{a^3dN}{6}$ |

問4 次の記述（a・b）と物質（c～e）について、結晶に関する記述と非晶質（アモルファス）に当てはまる物質の組合せとして最もふさわしいものを、下のア～カの中から1つ選び、解答欄 **24** にマークしなさい。ただし、物質は常温・常圧における状態であるものとする。

記述

- a 一定の融点を示さない。
- b 構成粒子の配列が規則的である。

物質

- c ガラス
- d ダイヤモンド
- e アルミニウム

	結晶に関する記述	非晶質（アモルファス） に当てはまる物質
ア	a	c
イ	a	d
ウ	a	e
エ	b	c
オ	b	d
カ	b	e

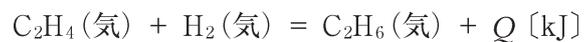
(B) 化学反応と熱に関する次の問いに答えなさい。

問5 反応熱に関する次の文章中の  ~  に当てはまる語句と記述の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア~クの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

化合物 1mol が  から生成するときに発生あるいは吸収する熱量を生成熱という。溶質 1mol を多量の溶媒に溶解するときの熱量を溶解熱といい、固体の溶解熱は  。また、気体分子内の共有結合 1mol を切断するのに必要なエネルギーを結合エネルギーという。反応熱は反応の経路や方法によらず、反応のはじめと終わりの状態で決まる。これを  の法則という。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>	<input type="text" value="c"/>
ア	化合物中の原子	発熱である	シャルル
イ	化合物中の原子	発熱も吸熱もある	シャルル
ウ	化合物中の原子	吸熱である	ヘス
エ	化合物中の原子	発熱も吸熱もある	ヘス
オ	構成元素の単体	発熱である	シャルル
カ	構成元素の単体	発熱も吸熱もある	シャルル
キ	構成元素の単体	吸熱である	ヘス
ク	構成元素の単体	発熱も吸熱もある	ヘス

問6 エチレンに水素を付加してエタンを合成する反応の熱化学方程式は次のとおりである。



この反応式中の  $Q$  [kJ] の値として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **26** にマークしなさい。ただし、エチレンの燃焼熱：1411kJ/mol、エタンの生成熱：85kJ/mol、黒鉛の燃焼熱：394kJ/mol、水素の燃焼熱：286kJ/mol とし、燃焼で生じる水はすべて液体であるとする。

ア -136kJ

イ -51kJ

ウ -34kJ

エ 34kJ

オ 136kJ

カ 646kJ

化

学

問7 図2のエネルギー図に関する下の文章中の  ・  に当てはまる数値の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～カ の中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

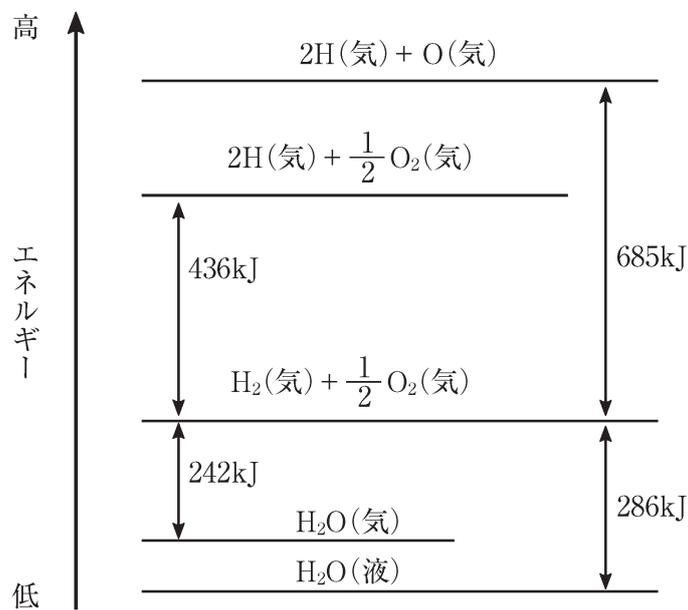


図2

エネルギー図より、 $O=O$  結合の結合エネルギーは  kJ/mol であり、 $O-H$  結合の結合エネルギーは  kJ/mol である。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>
ア	249	464
イ	249	927
ウ	249	971
エ	498	464
オ	498	927
カ	498	971

**3** この問題は、解答欄 41 ～ 47 に解答すること。

次の問い (A)・(B) に答えなさい。(25点)

(A) 電池に関する次の問いに答えなさい。

問1 マンガン乾電池の放電で、0.20A の電流が2.7 時間流れた。負極で酸化された亜鉛の物質質量 [mol] として最もふさわしいものを、次の **ア～カ** の中から1つ選び、解答欄 41 にマークしなさい。

- |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ア $1.0 \times 10^{-3}$ mol | イ $2.0 \times 10^{-3}$ mol | ウ $5.0 \times 10^{-3}$ mol |
| エ $1.0 \times 10^{-2}$ mol | オ $2.0 \times 10^{-2}$ mol | カ $5.0 \times 10^{-2}$ mol |

問2 ダニエル電池に関する下の問い (1)、(2) に答えなさい。なお、ダニエル電池を式で表したもの(電池式) は次のとおりである。



(1) この電池の両極を外部回路に接続して、豆電球を点灯させた。これに関する次の記述の中で最もふさわしいものを、次の **ア～オ** の中から1つ選び、解答欄 42 にマークしなさい。

- ア どちらの極板からも、気体は発生しない。
- イ 銅板は、イオンとなって溶液中に溶け出している。
- ウ 電流は、亜鉛板から豆電球を通り銅板に流れている。
- エ 亜鉛板の質量変化量 [g] と銅板の質量変化量 [g] は、同じ値である。
- オ 硫酸銅(II)水溶液の濃度を小さくしておくこと、長時間放電することができる。

(2) 0.040mol の  $\text{Cu}^{2+}$  が反応したとき、発生する電気量 [C] として最もふさわしいものを、次の **ア～ク** の中から1つ選び、解答欄 43 にマークしなさい。

- |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ア $1.9 \times 10^3$ C | イ $3.9 \times 10^3$ C | ウ $7.7 \times 10^3$ C | エ $9.7 \times 10^3$ C |
| オ $1.9 \times 10^4$ C | カ $3.9 \times 10^4$ C | キ $7.7 \times 10^4$ C | ク $9.7 \times 10^4$ C |

(B) 化学平衡に関する次の問いに答えなさい。

問3 無色の気体の四酸化二窒素  $\text{N}_2\text{O}_4$  は、常温常圧において熱を吸収して一部解離し、赤褐色の二酸化窒素  $\text{NO}_2$  を生じる。先を閉じた注射器にこの混合気体を入れてしばらくそのままにして平衡状態にしたのち、いくつかの実験を行いその変化を観察した。これに関する次の問い(1)、(2)に答えなさい。

(1) この混合気体の温度や圧力を変化させる実験に関する記述として最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 **44** にマークしなさい。

ア 体積一定のもとで温度を低くすると、赤褐色は濃くなる。

イ 体積一定のもとで温度を変化させても、色の変化はみられない。

ウ 温度一定のもとで圧力を急に低くすると、初めは赤褐色が薄くなるが、しばらくすると赤褐色は濃くなる。

エ 温度一定のもとで圧力を急に高くすると、初めは赤褐色が濃くなり、しばらくすると赤褐色はさらに濃くなる。

オ 温度一定のもとで圧力を変化させても、色の変化はみられない。

(2) ある平衡状態にあるときに、温度一定のもとでアルゴンを加えた。このときの記述として最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 **45** にマークしなさい。

ア 体積を一定に保ったままアルゴンを加えてしばらくすると、赤褐色は濃くなる。

イ 体積を一定に保ったままアルゴンを加えてしばらくすると、色の変化はみられない。

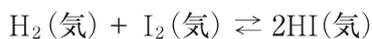
ウ 全圧を一定に保ったままアルゴンを加えてしばらくすると、赤褐色は薄くなる。

エ 全圧を一定に保ったままアルゴンを加えてしばらくすると、色の変化はみられない。

オ 体積を一定に保った場合も全圧を一定に保った場合も、色は消える。

問4 次の記述を読み、下の問い(1)、(2)に答えなさい。

0.40molの水素  $H_2$  と 0.40molのヨウ素  $I_2$  を、体積 5.0L の容器に入れて密閉し一定温度に保つと次のような平衡状態に達し、ヨウ化水素 HI が 0.64mol 生成した。



(1) この状態における濃度平衡定数  $K_c$  の値として最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 **46** にマークしなさい。

- ア 6.4                      イ 8.0                      ウ 32                      エ 64                      オ 80

(2) (1) の平衡状態に新たに 0.20mol の  $H_2$  と 0.20mol の  $I_2$  を加えて同一温度に保つと平衡が移動した。新しく達した平衡状態での HI の濃度〔mol/L〕の値として最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 **47** にマークしなさい。

- ア 0.16mol/L                      イ 0.19mol/L                      ウ 0.32mol/L  
 エ 0.48mol/L                      オ 0.96mol/L

**4** この問題は、解答欄  ～  に解答すること。

次の問い (A)・(B) に答えなさい。(25点)

(A) 典型元素に関する次の問いに答えなさい。

問1 ケイ素、スズ、鉛に関する次の記述のうち、3つとも当てはまるものとして最もふさわしいものを、次の ア～オの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

- ア 化合物中で酸化数+4をとることがある。
- イ 単体は、半導体である。
- ウ 単体は、天然に存在している。
- エ 15族元素である。
- オ ステンレス鋼の成分である。

問2 次の記述を読み、下の問い (1)～(3) に答えなさい。

アルミニウムは、地殻を構成する元素としては、 番目に多く存在する元素であり、岩石、土壌などに広く分布している。アルミニウムの単体は、オーストラリアでよく産出される原料鉱石のボーキサイトを精製してアルミナ（酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）とし、そのアルミナに  を加え、炭素電極を用いて熔融塩電解を行って製造される。アルミニウムの電解製造には大きな電力量が必要である。エネルギー資源保護のため、アルミニウム製品の多くは回収され、再利用されている。

アルミニウムは、展性や延性に富み、熱や電気の伝導性が大きく、耐食性にも優れているので、我々の日常生活にも数多く利用されている。

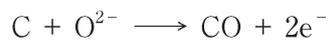
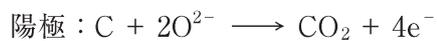
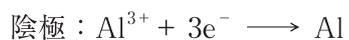
- (1) 上の文章中の  ・  に当てはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、次の ア～クの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>
ア	1	氷晶石
イ	1	十酸化四リン
ウ	2	氷晶石
エ	2	十酸化四リン
オ	3	氷晶石
カ	3	十酸化四リン
キ	4	氷晶石
ク	4	十酸化四リン

- (2) アルミニウムの性質や用途に関する記述として誤っているものを、次の ア～オの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

- ア アルミニウムの表面に人工的にち密な酸化物の被膜をつけたものはアルマイトとよばれ、やかんや鍋などに用いられている。
- イ アルミニウムを主成分として銅やマグネシウムなどを加えた合金であるジュラルミンは、飛行機の機体などに利用される。
- ウ 粉末のアルミニウムと酸化鉄(Ⅲ)を反応させるテルミット反応は、鉄道レールの溶接にも用いられている。
- エ 亜鉛でめっきされたアルミニウムはトタンとよばれ、屋根などに利用される。
- オ 硫酸カリウムアルミニウム十二水和物  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  はミョウバンとよばれ、食品添加物などに用いられている。

(3) 文中の下線部について、陰極および陽極では次に示す電子の授受が起こる。



$1.50 \times 10^4 \text{A}$  の電流を流したところ、 $16.2 \text{kg}$  のアルミニウムが析出した。熔融塩電解に必要な時間〔分〕として最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 64 にマークしなさい。

ア 64.3分      イ 193分      ウ 290分      エ 643分      オ 965分

(B) 有機化合物に関する次の問いに答えなさい。

問3 構造異性体に関する次の問い(1)、(2)に答えなさい。

(1)  $C_3H_6Br_2$  の分子式で表される化合物の構造異性体の数として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **65** にマークしなさい。

ア 1            イ 2            ウ 3            エ 4            オ 5            カ 6

(2)  $C_3H_8O$  の分子式で表される化合物の構造異性体に関する次の記述(a～c)について、その正誤の組合せとして最もふさわしいものを、下のア～クの中から1つ選び、解答欄 **66** にマークしなさい。

- a 金属ナトリウムと反応しないものが存在する。
- b 不斉炭素原子をもつものが存在する。
- c 酸化されると銀鏡反応を示すものが存在する。

	a	b	c
ア	正	正	正
イ	正	正	誤
ウ	正	誤	正
エ	正	誤	誤
オ	誤	正	正
カ	誤	正	誤
キ	誤	誤	正
ク	誤	誤	誤

問4 エステルに関する記述を読み、下の問い(1)、(2)に答えなさい。

構成元素が、炭素、水素、酸素である化合物Aを酢酸と反応させると、エステルBが生じた。エステルB 2.90mgを完全燃焼させると、二酸化炭素 6.60mg、および水 2.70mgを得ることができた。ただし、エステルBの分子量は、100以上120以下であることがわかっている。

(1) エステルBの分子式として最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。



(2) 化合物Aの分子式をエステルBの分子式から求める方法として、最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

ア エステルBの分子式から、酢酸に相当する  $C_2H_4O_2$  を差し引く。

イ エステルBの分子式から、酢酸に相当する  $C_2H_4O_2$  を差し引き、Hを加える。

ウ エステルBの分子式から、アセチル基に相当する  $C_2H_3O$  を差し引き、Hを加える。

エ エステルBの分子式から、アセチル基に相当する  $C_2H_3O$  を差し引き、 $H_2O$ を加える。

オ エステルBの分子式から、 $CH_3COO$ に相当する  $C_2H_3O_2$  を差し引き、Hを加える。

カ エステルBの分子式から、 $CH_3COO$ に相当する  $C_2H_3O_2$  を差し引き、 $H_2O$ を加える。

問5 次の文章中の  ～  に当てはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～ク の中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

油脂は、高級脂肪酸と  からなるエステルである。一般的に、油脂の融点は、油脂を構成する脂肪酸の炭素原子の数が多いほど高く、炭素原子間の二重結合の数が多いほど  なる。また、油脂をけん化するとセッケンが得られる。セッケンを  の水溶液中で使うと、脂肪酸が遊離して洗浄力が低下する。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>	<input type="text" value="c"/>
ア	エチレングリコール	高く	酸性
イ	エチレングリコール	高く	塩基性
ウ	エチレングリコール	低く	酸性
エ	エチレングリコール	低く	塩基性
オ	グリセリン	高く	酸性
カ	グリセリン	高く	塩基性
キ	グリセリン	低く	酸性
ク	グリセリン	低く	塩基性

( 計 算 用 紙 )