

化 学

解答上の注意事項

数値の解答は、各問の解答形式に指定されている桁数に従うこと。

例 1：解答欄が指数表記の場合、350、35、3.5、0.035 は、各々、 $\boxed{3}.\boxed{5}\times 10^{\boxed{2}}$ 、 $\boxed{3}.\boxed{5}\times 10^{\boxed{1}}$ 、 $\boxed{3}.\boxed{5}\times 10^{\boxed{0}}$ 、 $\boxed{3}.\boxed{5}\times 10^{-\boxed{2}}$ と解答する。

例 2：解答欄が 2 桁の場合、2 は $\boxed{0}\boxed{2}$ 、23 は $\boxed{2}\boxed{3}$ と解答する。

例 3：解答欄が 3 桁の場合、2 は $\boxed{0}\boxed{0}\boxed{2}$ 、23 は $\boxed{0}\boxed{2}\boxed{3}$ 、203 は $\boxed{2}\boxed{0}\boxed{3}$ と解答する。

原子量および定数などは以下の値を使用すること。

原子量 H: 1.0 C: 12 N: 14 O: 16 Cl: 35.5

アボガドロ定数: $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

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

気体定数: $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ または、 $8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{K}\cdot\text{mol})$

標準状態 ($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$, 273 K) における 1 mol の気体の体積: 22.4 L

水のモル凝固点降下: $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$

水のモル沸点上昇: $0.52 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$

必要であれば、以下の値を用いよ。

$$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24$$

I 以下の問に答えよ。〔解答欄 $\boxed{\text{ア}} \sim \boxed{\text{ソ}}$ 〕

問 1 ハロゲンの単体とその化合物の性質はハロゲンの原子番号が大きくなるにつれて変化する。

その変化に関する記述①～⑤として、正しいものを 2 つ選べ。 $\boxed{\text{ア}}$

- ① 単体の融点が高くなる。
- ② 単体の酸化力が強くなる。
- ③ 単体と水素との反応性が弱くなる。
- ④ ハロゲン化水素の電離度が小さくなる。
- ⑤ ハロゲン化銀の水への溶解度が高くなる。

問 2 以下の酸化物①～⑦について、(a)と(b)それぞれに当てはまるものをすべて選べ。同じものを何度使用しても良い。

- | | | | |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| ① Al_2O_3 | ② CaO | ③ CO | ④ Na_2O |
| ⑤ NO | ⑥ NO_2 | ⑦ SO_2 | |

(a) 水に溶け、水溶液が酸性を示す酸化物 イ

(b) イオン結合からなる酸化物 ウ

問 3 分子式 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ で表される有機化合物について以下の問に答えよ。ただし、各問において、立体異性体は区別しないものとする。

(1) 下線部の有機化合物のうち、エステルは何種類あるか。

エ オ 種類

(2) (1)のエステルのうち、加水分解して得られるカルボン酸が銀鏡反応を示すエステルは何種類あるか。

カ キ 種類

(3) (1)のエステルのうち、加水分解して得られるアルコールを酸化すると、ケトンが生成するものは何種類あるか。

ク ケ 種類

問 4 以下の合成高分子化合物(A),(B)の原料となる単量体として最も適切なものを、次の①～⑩からすべて選べ。ただし、同じものを何度使用しても良い。

(A) ナイロン 6 (6-ナイロン) コ

(B) ナイロン 66 (6,6-ナイロン) サ

- | | |
|---------------------------|----------------|
| ① アクリロニトリル | ② アジピン酸 |
| ③ エチレングリコール (1,2-エタンジオール) | ④ 塩化ビニル |
| ⑤ ϵ -カプロラクタム | ⑥ テレフタル酸 |
| ⑦ フェノール | ⑧ プロピレン (プロペン) |
| ⑨ ヘキサメチレンジアミン | ⑩ ホルムアルデヒド |

問 5 以下の①～④の保存法のうち、(a)～(d)の物質を保存する方法として最も適切なものを、それぞれ一つずつ選べ。同じものを何度使用しても良い。

- ① 水中で保存
- ② 石油中で保存
- ③ 褐色のガラスびんに保存
- ④ ポリエチレン製のびんに保存

(a) 黄リン	シ
(b) 濃硝酸	ス
(c) フッ化水素酸	セ
(d) カリウムの単体	ソ

Ⅱ 以下の問に答えよ。〔解答欄 ア ～ ケ〕

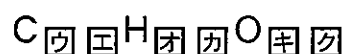
問 1 n 価の金属イオン M^{n+} を含む溶液に Q (C) の電気量を流すと、 w (g) の金属 M が析出した。
ファラデー定数を F (C/mol) とし、この金属 M の原子量を表す式として正しいものを、次の
①～⑧から一つ選べ。 ア

- | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① $\frac{nwF}{Q}$ | ② $\frac{nwQ}{F}$ | ③ $\frac{nFQ}{w}$ | ④ $\frac{wFQ}{n}$ |
| ⑤ $\frac{wQ}{nF}$ | ⑥ $\frac{wF}{nQ}$ | ⑦ $\frac{nQ}{wF}$ | ⑧ $\frac{nF}{wQ}$ |

問 2 下の①～⑦に示した反応のうち、酸化還元反応であるものをすべて選べ。 イ

- ① $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- ② $2\text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{KCl}$
- ③ $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$
- ④ $\text{MgO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ⑤ $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- ⑥ $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- ⑦ $2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

問 3 ある化合物は、組成式(実験式)が CH_2O で表される不揮発性の非電解質である。この化合物 1.50 g を水に溶かし、51.5 g の水溶液を作製した。この水溶液の凝固点を測定したところ、 -0.308°C であった。この化合物の分子式を求めよ。



問 4 ピストン付きの容器に理想気体を封入した。気体の体積を 10 cm^3 、温度を 100 K にしたところ、圧力は $4 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった(状態 A)。この状態から気体の温度と圧力を調節しながらピストンを動かし、気体の圧力と体積を図 1 の実線に沿って、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の順に変化させた。この過程において、気体の温度と体積の変化を示したグラフは①～⑦のうちどれか。最も適切なものを一つ選べ。 ケ

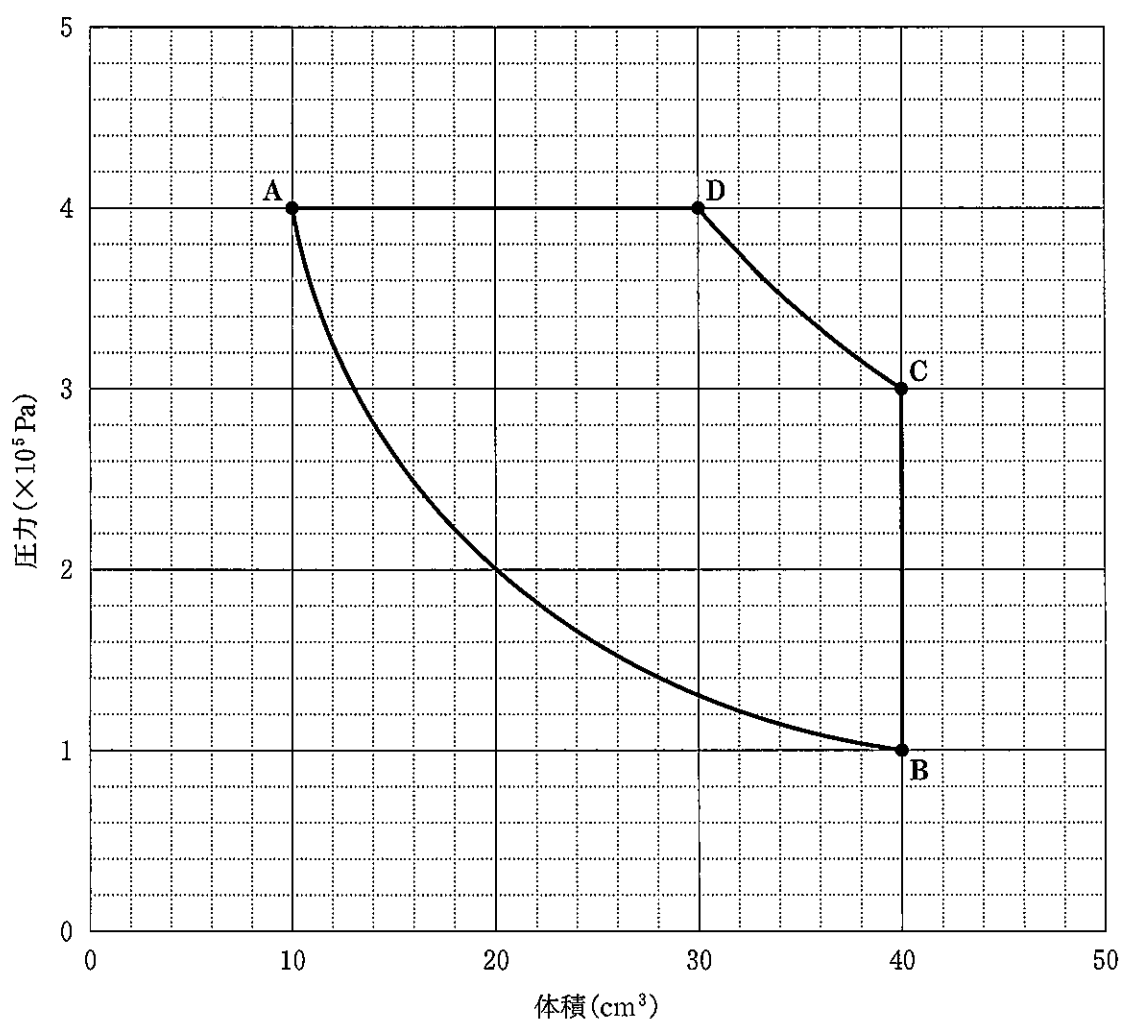
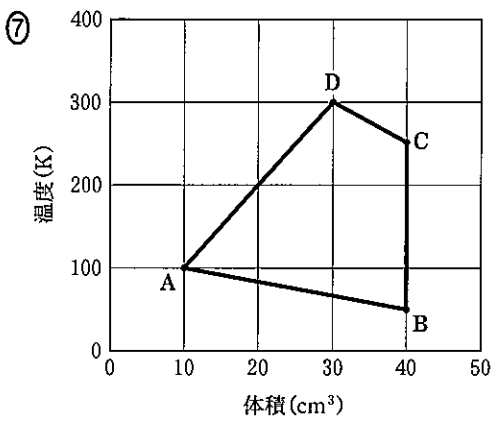
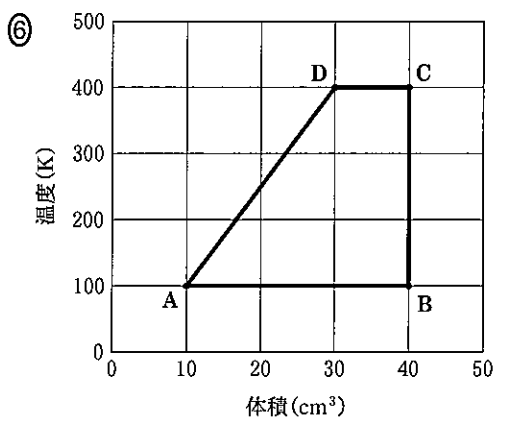
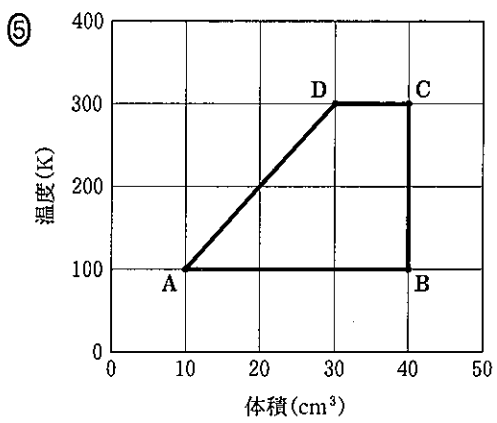
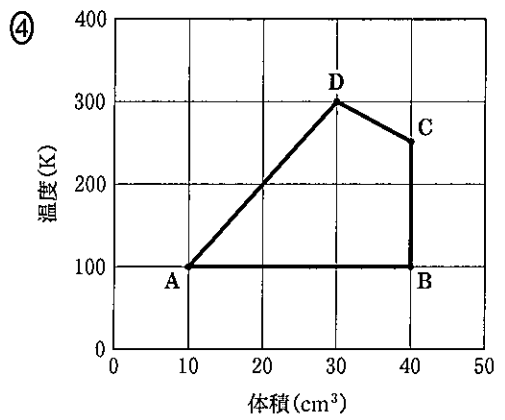
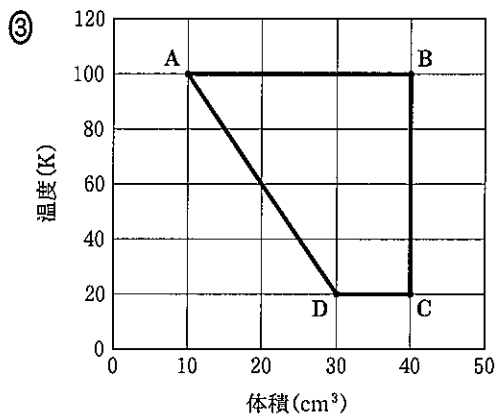
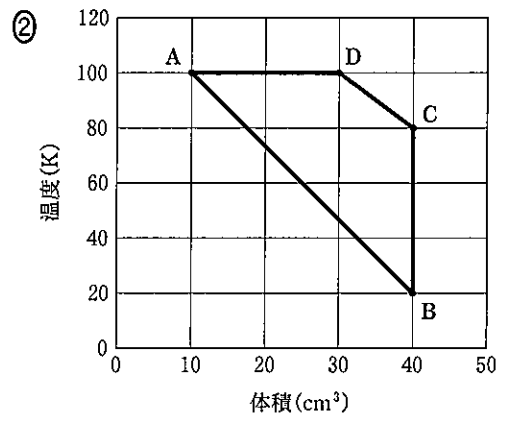
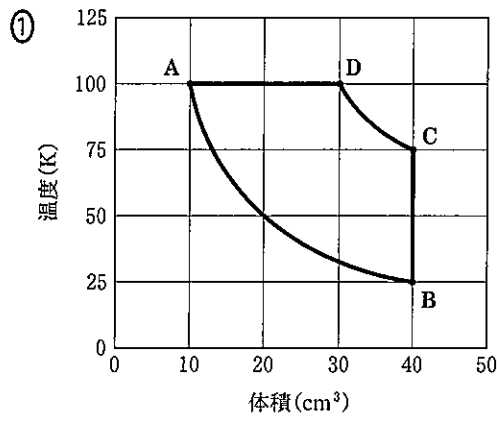


図 1

選択肢



Ⅲ 以下の文章を読み問に答えよ。〔解答欄 ～ 〕

無色の気体の四酸化二窒素 N_2O_4 から赤褐色の気体である二酸化窒素 NO_2 が生成する反応は吸熱反応である。また、 N_2O_4 と NO_2 の間には 140°C 以下で次のような平衡が成り立っている。



N_2O_4 をピストン付きの容器に 0.030 mol 入れ、 27°C に保ち以下の操作を順に行った。

操作 1. ピストンを動かして容積を 1.0 L に固定し、平衡状態に達するまで放置した。平衡時の混合気体の圧力は $9.0 \times 10^4\text{ Pa}$ であった。

操作 2. ピストンを動かして圧縮した後、ピストンを固定し新たな平衡に達するまで放置した。平衡時の混合気体の圧力は $3.0 \times 10^5\text{ Pa}$ であった。

問 1 操作 1 では始めに容器に入れた N_2O_4 のうち何 % が解離し NO_2 になったか。最も適切な数値を、次の①～⑨から選べ。 %

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① 10 | ② 20 | ③ 30 | ④ 40 | ⑤ 50 |
| ⑥ 60 | ⑦ 70 | ⑧ 80 | ⑨ 90 | |

問 2 操作 1 において、圧平衡定数 K_p はいくらか。始めに容器に入れた N_2O_4 のうち % が解離したとし、有効数字 2 桁で答えよ。

$$K_p = \text{イ} . \text{ウ} \times 10^{\text{エ}} \text{ Pa}$$

問 3 操作 2 では始めに容器に入れた N_2O_4 のうち何 % が解離し NO_2 になったか。有効数字 2 桁で答えよ。

%

問 4 操作 2 で平衡に達したのち，以下の①～⑤の操作を各々行った。これらの操作のうち，平衡が式 A の右方向に移動するものを，すべて選べ。 キ

- ① 全圧一定で温度を 50°C にした。
- ② 全圧一定で温度を 10°C にした。
- ③ 温度一定で容積を 2.0 L にした。
- ④ 温度・全圧一定でアルゴンを加えた。
- ⑤ 温度・容積一定でアルゴンを加えた。

IV 以下の文章を読んで、次の問に答えよ。〔解答欄

ア

 ～

サ

 〕

日本の地下水は、鉱物質を多く含む(A)であることが多い。(A)は、これに多く含まれる(B)が、(C)と不溶性の塩を形成してこの洗浄力を低下させたり、配管のパイプを詰まらせたりする原因となる。そのため、(A)を生活用水や工業用水として使用する場合は、あらかじめ鉱物質などの塩類をイオン交換樹脂などで除去することが望ましい。

イオン交換樹脂は、一般に₁スチレンに少量の *p*-ジビニルベンゼンを共重合させた高分子に、酸性[—SO₃H]または塩基性[—N⁺(CH₃)₃OH[−]]の官能基が導入されたものである。陽イオン交換樹脂を用いて、以下の操作で、塩化ナトリウム水溶液から塩類の除去を試みた。

操作

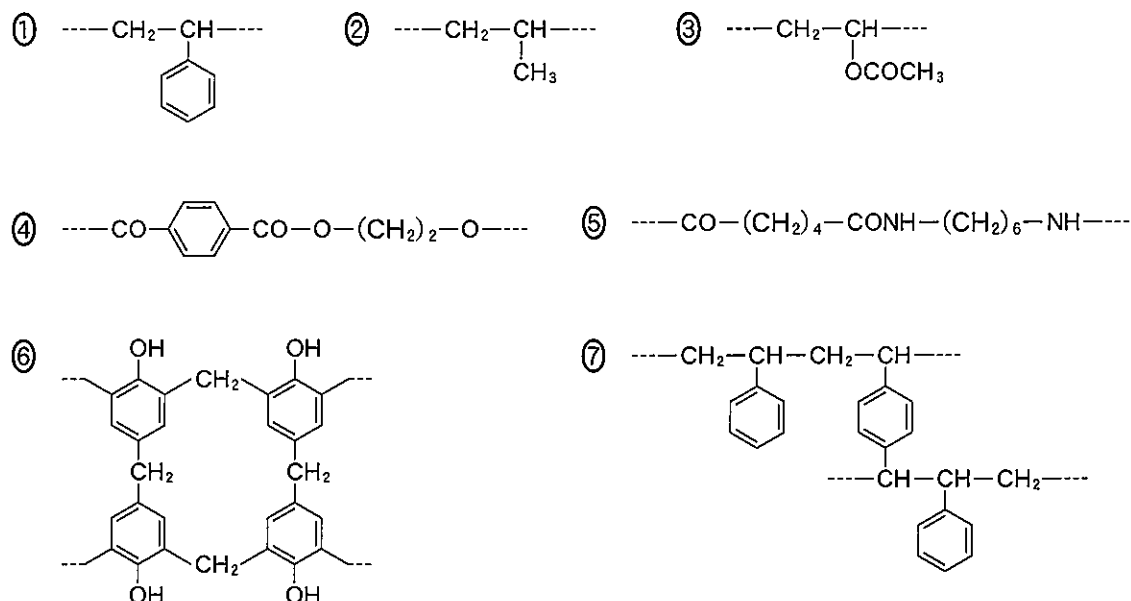
塩類の除去に十分な量の陽イオン交換樹脂を、円筒状の管に詰めた。₂これに 0.10 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 10 mL を通した後、純水で完全に洗った。下線部 2 の操作で管から流出したすべての流出液を集めて回収した。これを流出液 D とし、体積を計ると 100 mL であった。

問 1 上の文章の空欄(A)～(C)にあてはまる語の組合せとして正しいものを、次の①～⑧から一つ選べ。

ア

	(A)	(B)	(C)
①	硬 水	Ca ²⁺	合成洗剤
②	硬 水	Ca ²⁺	セッケン
③	硬 水	Na ⁺	合成洗剤
④	硬 水	Na ⁺	セッケン
⑤	軟 水	Ca ²⁺	合成洗剤
⑥	軟 水	Ca ²⁺	セッケン
⑦	軟 水	Na ⁺	合成洗剤
⑧	軟 水	Na ⁺	セッケン

問 2 下線部 1 の構造として最も適切なものを、次の①～⑦から一つ選べ。 イ



問 3 下線部 1 の高分子化合物において、単量体同士の結合に用いられている置換基と、その重合反応の種類の組合せとして正しいものを、次の①～⑨から一つ選べ。 ウ

	単量体同士の結合に用いられている置換基	重合反応の種類
①	ビニル基	縮合重合
②	ビニル基	付加重合
③	ビニル基	付加縮合
④	カルボキシ基とアミノ基	縮合重合
⑤	カルボキシ基とアミノ基	付加重合
⑥	カルボキシ基とアミノ基	付加縮合
⑦	カルボキシ基とヒドロキシ基	縮合重合
⑧	カルボキシ基とヒドロキシ基	付加重合
⑨	カルボキシ基とヒドロキシ基	付加縮合

問 4 流出液 D の一部を試験管にとり、これに適量のプロモチモールブルー (BTB) 溶液を加えた。この時、試験管内の溶液は何色になったか。

最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

エ

① 青 色

② 赤 色

③ 黄 色

④ 緑 色

問 5 流出液 D の一部を試験管にとり、これに適量の硝酸銀水溶液を加えた。この時、試験管内に生成した沈殿の色として最も適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

オ

① 黒 色

② 褐 色

③ 白 色

④ 青白色

問 6 50 mL の流出液 D をコニカルビーカーへ正確に測りとり、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液または塩酸で中和滴定を行った。中和に用いた水溶液ならびに、中和点までに加えたその水溶液の体積を有効数字 2 桁で答えよ。ただし、 $\square$ ケ は符号とし、プラスの場合は①を、マイナスの場合は②をマークせよ。また、ゼロ乗の時は、10 の指数を + 0 とせよ。

中和に用いた水溶液

カ

① 水酸化ナトリウム水溶液

② 塩 酸

中和点までに加えた体積

キ

.

ク

$\times 10^{\square \square}$ mL

問 7 問 6 の操作で流出液 D を正確に測りとるために適した実験器具を、

次の①～⑦から一つ選べ。

サ

① 駒込ピペット

② ビュレット

③ ホールピペット

④ 丸底フラスコ

⑤ メスフラスコ

⑥ メスシリンダー

⑦ メスピペット