

化 学 基 礎

(解答番号 ~)

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	Cl	35.5	K	39
Ca	40	Mn	55						

第 1 問 次の問い(問 1 ~ 8)に答えよ。(配点 30)

問 1 非共有電子対をもたない分子を、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 窒素 N_2
- ② 二酸化炭素 CO_2
- ③ 塩化水素 HCl
- ④ エタン C_2H_6

化学基礎

問 3 金属元素の単体の反応性に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も
適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① ナトリウムは水と反応して溶ける。
- ② 金は王水と反応して溶ける。
- ③ 銀は希硝酸と反応して溶ける。
- ④ 銅は希硫酸と反応して溶ける。

問 4 次の記述ア・イに共通して使われている操作として最も適当なものを、後の
①～④のうちから一つ選べ。 4

ア ヨウ素が溶けているヨウ化カリウム水溶液から、ヘキサンを使ってヨウ素
を取り出す。

イ ティーバッグに湯を注いでお茶をいれる。

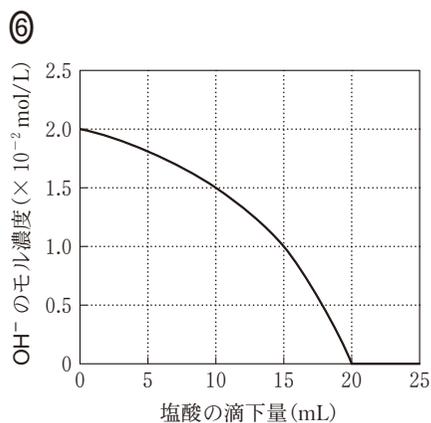
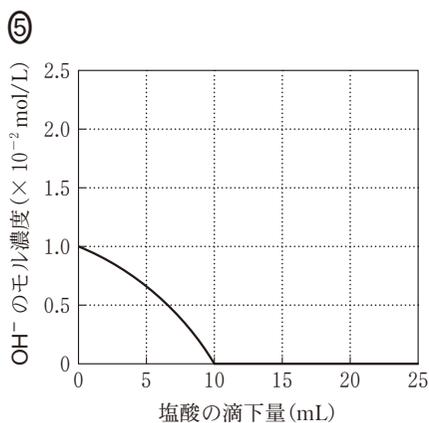
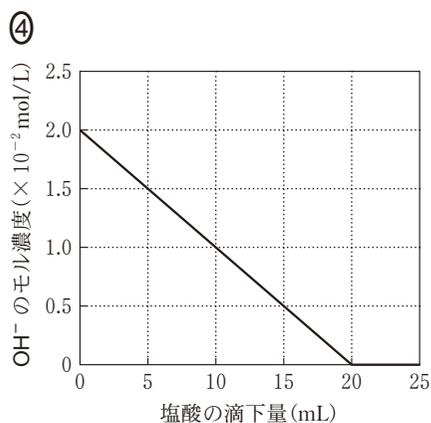
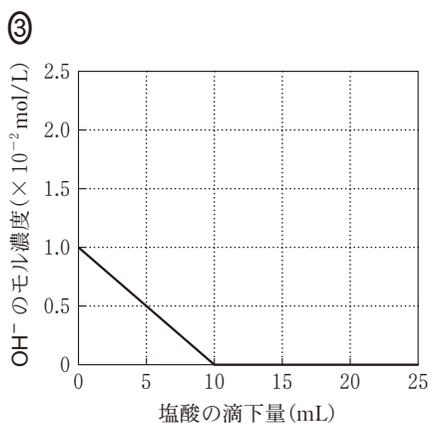
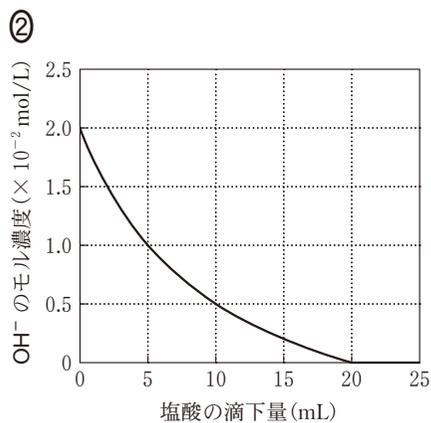
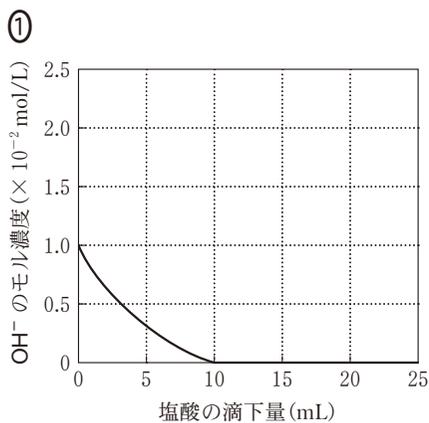
- ① 蒸留 ② 再結晶 ③ 抽出 ④ 分留

問 5 結晶の結合と特徴に関する記述として下線部に誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

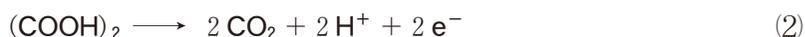
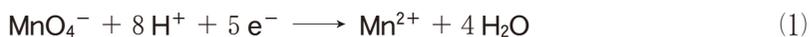
- ① 黒鉛の結晶は、各炭素原子が隣接する4個の炭素原子と共有結合して正四面体形が繰り返されてできており、やわらかく、はがれやすい。
- ② ヨウ素の結晶は、ヨウ素分子 I_2 どうしが分子間力によって引き合っていており、やわらかく、くだけやすい。
- ③ 銅の結晶は、銅原子どうしが金属結合してできており、展性や延性に富む。
- ④ 塩化ナトリウムの結晶は、ナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- がイオン結合してできており、強い力が加わると割れやすい。

化学基礎

問 6 0.010 mol/L の水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液 10 mL に 0.010 mol/L の塩酸を滴下した。このときの水酸化物イオン OH^- のモル濃度の変化を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6



問 7 適切な温度で硫酸酸性のシュウ酸 $(\text{COOH})_2$ 水溶液に過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を加えると、酸化還元反応が起こる。このとき、過マンガン酸イオン MnO_4^- と $(\text{COOH})_2$ は、次の式(1)と(2)に従って変化する。

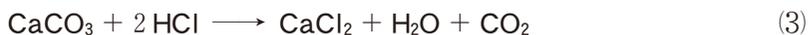


この反応に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① KMnO_4 は $(\text{COOH})_2$ に対して酸化剤としてはたらく。
- ② KMnO_4 を $(\text{COOH})_2$ に対して過剰に加えると、水溶液全体が着色してその色が消えなくなる。
- ③ 同じ物質量の KMnO_4 と $(\text{COOH})_2$ を反応させると、 KMnO_4 がすべて反応して、 $(\text{COOH})_2$ が残る。
- ④ 十分な量の $(\text{COOH})_2$ を含む水溶液に 0.001 mol の KMnO_4 を加えて完全に反応させると、 0.005 mol の二酸化炭素 CO_2 が生成する。

化学基礎

問 8 二枚貝の貝殻は、炭酸カルシウム CaCO_3 (式量 100) を主成分として含んでいる。 CaCO_3 は塩酸と反応して二酸化炭素 CO_2 を発生する。このときの反応は次の式(3)で表される。



貝殻に含まれる CaCO_3 の含有率(質量パーセント)を知る目的で、濃度 c (mol/L) の塩酸 50 mL に貝殻の粉末を 2.0 g ずつ加えて十分に反応させ、発生した CO_2 の物質量を調べた。図 2 は実験結果をまとめたものである。後の問い(a・b)に答えよ。ただし、貝殻に含まれる CaCO_3 以外の成分は塩酸とは反応せず、発生した CO_2 の水溶液への溶解は無視できるものとする。

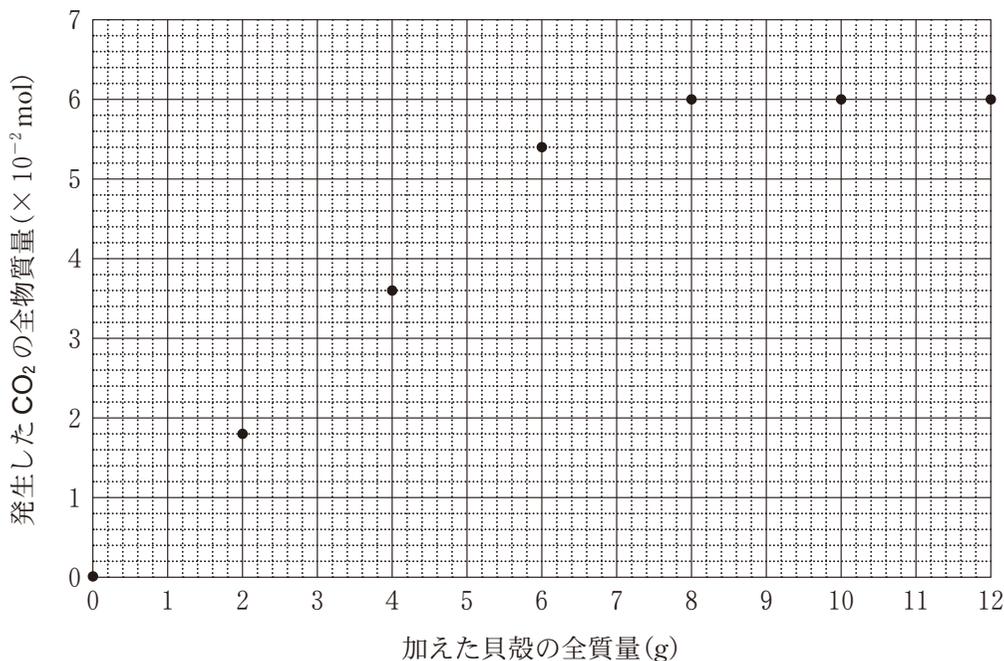


図 2 加えた貝殻の全質量と発生した CO_2 の全物質量との関係

化学基礎

a この実験で用いた塩酸の濃度 c は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の

①～⑥のうちから一つ選べ。 mol/L

① 0.060

② 0.12

③ 0.24

④ 0.60

⑤ 1.2

⑥ 2.4

b この実験で用いた貝殻に含まれる CaCO_3 の含有率(質量パーセント)は

何%か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 %

① 40

② 45

③ 80

④ 86

⑤ 90

化学基礎

第2問 プラスチック(合成樹脂)とその有効利用に関する次の文章を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

(a)石油(原油)を原料として、さまざまな性質のプラスチックが合成され、私たちの生活に役立っている。プラスチックの生産量は世界で年間数億トンに及んでいるが、使用後廃棄されるものも多く、使用済みプラスチックの有効利用が検討されている。プラスチックの利用に関する資料によると、日本では、使用済みプラスチックは主に次の三つの方法で有効利用されている。

- (1) 使用済みプラスチックを加熱融解して、(b)新しい製品の原料として再利用するマテリアルリサイクル
- (2) 使用済みプラスチックを分解して、プラスチックを再び合成するための原料(単量体)や、(c)水素 H_2 や一酸化炭素 CO などの工業用原料として利用するケミカルリサイクル
- (3) 使用済みプラスチックを(d)燃焼させ、熱や電気エネルギー源として利用するサーマルリサイクル

問1 下線部(a)に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

10

- ① 石油(原油)は、沸点の違いを利用してさまざまな成分に分離してから利用されている。
- ② ポリ塩化ビニルは、水に溶けやすい高分子である。
- ③ ポリスチレンは、食品容器や緩衝材^{かんしょうざい}として利用されている。
- ④ ナイロンは、繊維などに利用されている。

問 2 下線部(b)に関して、プラスチックだけでなく金属においても再利用は重要である。4種類の金属、鉄 Fe、銅 Cu、金 Au、鉛 Pb は再利用されている。これらのうち、次の記述ア～ウのすべてに当てはまる金属はどれか。最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 11

- ア ガスバーナーにより空気中で強く加熱すると酸化物が生成する。
 イ 電気伝導性が大きく、電気器具の導線として利用されている。
 ウ 純度を高めるために電解精錬されている。

- ① Fe ② Cu ③ Au ④ Pb

問 3 下線部(c)の H₂ と CO は、他の方法でもつくることができ、さまざまな用途に使われる。H₂ と CO に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 12

- ① H₂ は、水酸化ナトリウム水溶液の電気分解により得られる。
 ② H₂ は、自動車やロケットなどの燃料として利用されている。
 ③ CO は、有毒な気体である。
 ④ CO は、製鉄で鉄鉱石を酸化するために利用されている。

化学基礎

問 4 下線部(d)に関して，次の問い(a～c)に答えよ。

- a 使用済みのポリエチレン(PE)の燃焼を考える上で，まずエチレン $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ の完全燃焼を考える。エチレンの完全燃焼は次の式(1)で表される。式(1)の係数 ・ に当てはまる数字を，後の①～⑨のうちから一つずつ選べ。ただし，係数が1の場合は①を選ぶこと。同じものを繰り返し選んでもよい。



- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 1 | ② | 2 | ③ | 3 | ④ | 4 | ⑤ | 5 |
| ⑥ | 6 | ⑦ | 7 | ⑧ | 8 | ⑨ | 9 | | |

- b PE は、多数のエチレン分子を重合してつくられる。PE の構造式は図 1 に示すように、かっこ [] 内の構造 C_2H_4 と、その繰り返しの数 n を用いて表すことができる。また、 n が十分大きい場合には、PE の分子量は、 C_2H_4 の式量 28 と n の積 $28n$ とみなすことができる。 $n = 10000$ のとき PE 1.0 kg の物質質量は何 mol か。最も適当な数値を、後の①～④のうちから一つ選べ。 15 mol

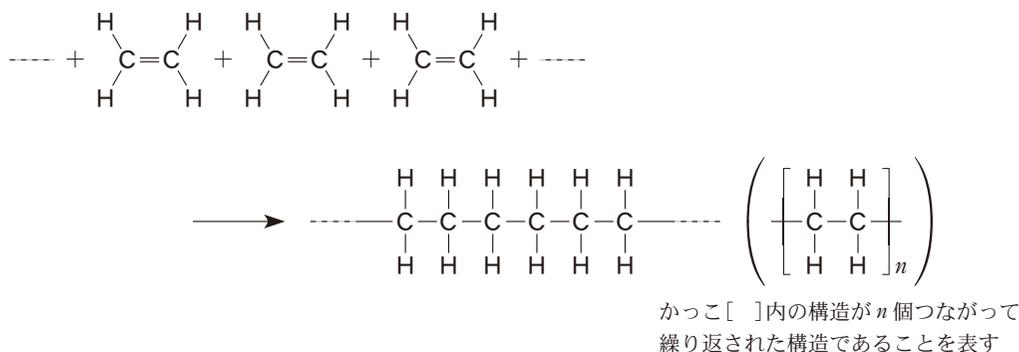


図 1 エチレンからの PE の合成と PE の構造式

- ① 0.0018 ② 0.0036 ③ 0.0071 ④ 0.014
- c 環境に配慮すると、サーマルリサイクルでは、完全燃焼したときに得られる熱エネルギーの量(熱量)に対する二酸化炭素 CO_2 (分子量 44) の生成量を考えることが大切である。ここで熱エネルギー源として、石炭に近い物質である黒鉛と PE を完全燃焼させたときの CO_2 の生成量を比較してみる。
- 黒鉛 1.0 kg を完全燃焼させると CO_2 3.7 kg が生成する。このとき発生する熱量と同じ熱量は、PE 0.70 kg を完全燃焼させることで得られる。PE 0.70 kg の完全燃焼により生成する CO_2 は何 kg か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。なお、図 1 に示す PE の構造式において繰り返しの数が n であるとき、PE 1 mol の完全燃焼により、 CO_2 は $2n$ mol 生成する。 16 kg

- ① 1.1 ② 2.2 ③ 2.6 ④ 3.1 ⑤ 3.7