

E_b 化学問題

注意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべてHBの黒鉛筆またはHBの黒のシャープペンシルで記入することになっています。HBの黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は12ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はI～VIIとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のようにHBの黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しくずはきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
	○	○	●	○	○

 (3と解答する場合)

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いよ。

気体定数： $R=8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

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

原子量： $\text{H}=1.0, \text{C}=12.0, \text{N}=14.0, \text{O}=16.0$

I. 次の設問1～7に答えよ。解答は、それぞれに与えられたa～eから1つずつ選び、その記号を解答用紙の所定欄にマークせよ。

1. 次の記述のうち、その内容が正しいものはどれか。

- a. 可逆反応において温度を上げると正反応は速くなり逆反応は遅くなるので、効率よく生成物を得られるようになる。
- b. 酵素は、生体内の化学反応の触媒の役割を果たすタンパク質である。
- c. 触媒により反応速度が速くなり、平衡定数も大きくなる。
- d. 触媒を用いると活性化エネルギーが小さくなるので、反応熱も小さくなる。
- e. 反応物の濃度が半分になると、反応速度定数も半分になる。

2. 次の高分子のうち、縮合重合反応を経ずに生成するものはどれか。

- a. アクリル繊維
- b. シリコーンゴム (シリコーン樹脂)
- c. デンプン
- d. 6,6-ナイロン (ナイロン 66)
- e. ポリエチレンテレフタレート

3. 次の化合物のうち、アミド結合をもつものはどれか。

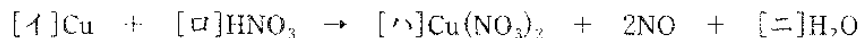
- a. アニリン
- b. アミロース
- c. アラニン
- d. ϵ -カプロラクタム
- e. メチルオレンジ

4. 次の記述のうち、その内容が正しくないものはどれか。
- a. 炭素原子数1のアルカンは天然ガスの主成分である。
 - b. 炭素原子数5のアルカンには全部で4種類の構造異性体がある。
 - c. 炭素原子数6の直鎖アルカンは、 1.013×10^5 Pa, 20℃において、液体である。
 - d. 炭素原子数6の直鎖アルカンは、水に溶けにくいですが、ジエチルエーテルによく溶ける。
 - e. 炭素原子数 n のシクロアルカン 1 mol が完全燃焼すると、 n mol の二酸化炭素と n mol の水が生成する。

5. 次のうち、真ちゆうはどれか。

- a. 銅と亜鉛の合金
- b. 銅とスズの合金
- c. 鉛とスズの合金
- d. ニッケルと亜鉛の合金
- e. ニッケルとクロムの合金

6. 銅に希硝酸を反応させて一酸化窒素が発生する際の化学反応式は次の通りである。



式中の空所[イ]~[ニ]にあてはまる係数の組み合わせとして正しいものはどれか。

- a. [イ]=1 [ロ]=2 [ハ]=1 [ニ]=2
- b. [イ]=1 [ロ]=4 [ハ]=1 [ニ]=2
- c. [イ]=1 [ロ]=8 [ハ]=3 [ニ]=4
- d. [イ]=3 [ロ]=4 [ハ]=3 [ニ]=2
- e. [イ]=3 [ロ]=8 [ハ]=3 [ニ]=4

7. 0.200 mol/L の希硝酸 0.500 L をつくるのに必要な濃硝酸（質量パーセント濃度 60.0 %、密度 1.36 g/cm^3 ）の体積として、もっとも近い値はどれか。

- a. 1.54 mL
- b. 2.78 mL
- c. 7.72 mL
- d. 13.0 mL
- e. 15.4 mL

II. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

食酢中の酢酸の濃度を求めるために、以下の実験イ～ニを行った。ただし、食酢中の酸は酢酸のみとする。

[実験]

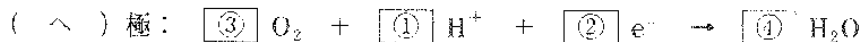
- イ. シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶 1.2600 g を水に溶かし、メスフラスコ ^① を用いてシュウ酸水溶液 100 mL をつくった。
- ロ. このシュウ酸水溶液 10.00 mL を ホールピペット ^② でとり、コニカルビーカー ^③ に入れ、そこに指示薬 A を加えた。用意してあった水酸化ナトリウム水溶液を ビュレット ^④ から滴下したところ、20.00 mL 加えたとき指示薬が変色した。
- ハ. 食酢 10.00 mL をホールピペットでとり、100 mL のメスフラスコを用いて水で 10 倍に希釈した。
- ニ. この希釈液 10.00 mL をホールピペットでとり、コニカルビーカーに入れた。そこに指示薬 A を加え、実験口で濃度を決定した水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから滴下したところ、8.00 mL 加えたとき指示薬が変色した。

1. 文中の指示薬 A としてもっとも適当な指示薬名をしるせ。
2. この実験において用いた文中の下線部①～④の実験器具のうち、純水で洗浄した後、純水でぬれたままで使用できるものをすべて選び、①～④の番号でしるせ。
3. 用意してあった水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字 3 桁でしるせ。
4. 希釈前の食酢中に含まれる酢酸のモル濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字 3 桁でしるせ。

Ⅲ。次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

燃料電池は、燃焼反応で生じるエネルギーを直接電気エネルギーとして取り出す装置である。燃料として水素、メタン、アルコールなどが使われており、酸化剤として空気中の酸素などが用いられる。燃料電池において2種類の反応が電池内の別々の場所で起こる。負極では（イ）反応が起こり、反応物が電子を（ロ）。また、正極では（ハ）反応が起こり、反応物が電子を（ニ）。

燃料が水素、酸化剤が酸素である燃料電池の場合、（ホ）極で水素から生成した水素イオンは電解液中を移動して（ヘ）極にたどり着き、そこで酸素および電子と結合して水となる。このように、燃料電池では燃料の水素から酸素に向けて電子が移動する。このとき2つの電極を導線でつなぐと（ホ）極から（ヘ）極に電子が移動するので、電流を取り出すことができる。この燃料電池の原理について電子（ e^- ）を含むイオン反応式で表すと、次のようになる。



1. 文中の空所(イ)～(ヘ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句を、次のa～hから1つずつ選び、その記号をマークせよ。

- | | | | |
|-------|----------|----------|----------|
| a. 失う | b. 得る | c. 酸素の還元 | d. 酸素の酸化 |
| e. 正 | f. 燃料の還元 | g. 燃料の酸化 | h. 負 |

2. 式中の空所①～④それぞれにあてはまるもっとも適当な係数をしるせ。

3. 水素1.8gを燃料として、上記の燃料電池を稼働させ、水素をすべて消費した際に流れる電気量[C]を求め、その値を有効数字2桁でしるせ。ただし、酸素は十分に存在しているものとする。

4. 水素1.8gを燃料として、上記の燃料電池を稼働させ、0.30Aの電流で電灯を点灯したとき、理論的には最長で何時間電灯を点灯し続けることができるか、有効数字2桁でしるせ。ただし、酸素は十分に存在しているものとする。

IV. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

鉄鉱石にコークスと石灰石を混ぜ、それを溶鉱炉に入れ、熱風を送り、コークスの燃焼で生じた一酸化炭素によって鉄の酸化物を還元する。こうして得られた鉄は（イ）と呼ばれ、炭素を約4%含み、硬くてもろいが、融点が高いので鋳物に用いられる。

転炉で融解した（イ）に酸素を吹き込み、炭素の含有量を減らしたものが（ロ）である。（ロ）は硬くて粘り強いので鉄骨やレールに用いられる。

鉄は、比較的軟らかい金属で、融点が高い。湿った空気中ではさびが生じやすく、このさびはきめが粗く、酸化が内部まで進行する。一方、鉄を強熱した際に生じるさびは表面を覆い、酸化から内部が保護される。また、鉄にクロムとニッケルなどを加えた合金である（ハ）はさびにくいため、調理器具や医療器具で用いられる。

1. 文中の空所(イ)～(ハ)それぞれにあてはまる語句の組み合わせとしてもっとも適当なものを、次の a～h から1つ選び、その記号をマークせよ。

	イ	ロ	ハ
a	鋼鉄	銑鉄	ジュラルミン
b	鋼鉄	銑鉄	ステンレス鋼
c	鋼鉄	砂鉄	ジュラルミン
d	鋼鉄	砂鉄	ステンレス鋼
e	銑鉄	鋼鉄	ジュラルミン
f	銑鉄	鋼鉄	ステンレス鋼
g	砂鉄	鋼鉄	ジュラルミン
h	砂鉄	銑鉄	ステンレス鋼

2. 文中の下線部①の化学反応式をしるせ。ただし、鉄の酸化物は酸化鉄(Ⅲ)とする。
3. 文中の下線部②のさびの主成分である鉄の化合物を化学式でしるせ。
4. 文中の下線部③の鉄を強熱して表面にさびが生じる反応の化学反応式をしるせ。

V. 次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

油脂を水酸化ナトリウム水溶液でけん化すると、高級脂肪酸のナトリウム塩（セッケン）とグリセリンが生じる。セッケンは（イ）からなる塩であるため、その水溶液は（ロ）を示す。セッケンをある濃度以上で水に溶かすと、＜あ＞性のカルボン酸イオンの部分を外側に、＜い＞性の炭化水素基の部分を内側に向けて、多数の脂肪酸イオンが集合し、コロイド粒子を形成する。このような両親媒性物質の集合体を＜う＞という。セッケン水に少量の油を入れてよくかき混ぜると、セッケンの＜い＞基が油を取り囲み、＜あ＞基が外側に向くように配列するため、油は微細な小滴となって分散する。この現象を乳化といい、このためにセッケンは洗淨作用を示す。Ca²⁺ や Mg²⁺ などを多く含む硬水中では、セッケンの洗淨力が低下する。

- 文中の空所(イ)にあてはまるもっとも適切な語句を、次の a～d から1つ選び、その記号をマークせよ。
a. 強酸と強塩基 b. 強酸と弱塩基 c. 弱酸と強塩基 d. 弱酸と弱塩基
 - 文中の空所(ロ)にあてはまるもっとも適切な語句を、次の a～c から1つ選び、その記号をマークせよ。
a. 弱塩基性 b. 弱酸性 c. 中性
- 文中の空所<あ>～<う>それぞれにあてはまるもっとも適切な語句をしるせ。
- 文中の下線部の理由を2行以内でしるせ。
- ステアリン酸（分子式 $C_{18}H_{36}O_2$ ）のみを構成脂肪酸とする油脂Aがある。油脂A 26.7 g を完全にけん化するのに必要な 2.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の最小体積 [mL] を求め、その値を有効数字2桁でしるせ。

VI. 次の設問 1～4 に答えよ。なお、反応熱は 25°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における値とし、発熱反応の反応熱は正の値、吸熱反応の反応熱は負の値とする。必要であれば、以下の反応熱を計算に用いよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

	反応熱 [kJ/mol]
黒鉛の燃焼熱	394
水 (液) の生成熱	286
水 (気) の生成熱	242

1. エチレンの燃焼熱が 1411 kJ/mol であるとき、エチレンの生成熱 [kJ/mol] を求め、その値をしるせ。
2. エタンの燃焼熱が 1561 kJ/mol であるとき、エタンの生成熱 [kJ/mol] を求め、その値をしるせ。
3. エチレン 1 mol が水素と反応してエタンとなるときの反応熱 [kJ] を求め、その値をしるせ。
4. 25°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における、次の物質 a～c がもつ化学エネルギーについて、その化学エネルギーが i) 最も大きい物質と ii) 最も小さい物質を a～c から 1 つずつ選び、その記号をそれぞれしるせ。
 - a. 1 mol のエタン
 - b. 1 mol のエチレンと 1 mol の水素の混合物
 - c. 2 mol の黒鉛と 3 mol の水素の混合物

VII. 次の文を読み、下記の設問1～3に答えよ。なお、構造式は例にならっているし、不斉炭素原子には記号(*)をつけよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

化合物Aは炭素、水素、酸素からなるエステルであり、環状構造をもたない。化合物Aの分子量は100以上200以下であることが分かっている。化合物Aについて元素分析を行ったところ、各元素の質量百分率は炭素67.6%、水素9.9%、酸素22.5%であった。化合物A 355 mgを完全に加水分解すると、飽和アルコールである化合物B 185 mgと、不飽和カルボン酸である化合物C 215 mgが生成した。化合物Bを硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液で穏やかに酸化すると、中性の化合物Dが生成した。化合物Bおよび化合物Dのそれぞれに、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、いずれにおいても特有のにおいをもつ黄色沈殿が生じた。化合物Bの構造異性体である化合物Eは、炭化水素基に枝分かれ構造をもつ。化合物Eを硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液で穏やかに酸化すると、中性の化合物Fが生成した。アンモニア性硝酸銀水溶液に化合物Fを加えて加熱すると、銀の単体が析出した。化合物Cの炭素原子間二重結合に臭素を付加させると、不斉炭素原子を2つもつカルボン酸が生成した。なお、化合物Aの加水分解反応の前後で炭化水素基の部分は変化しないものとする。

1. 化合物Aの分子式をしるせ。
2. 化合物B・D・Eの構造式をそれぞれしるせ。
3. 化合物Cには複数の構造が考えられる。それらの構造式を区別してすべてしるせ。

