

令和4年度一般選抜
個別学力試験問題(前期日程)

化 学

注 意

1. 志望学部・学科により、問題、解答用紙が異なるので、解答前に確認してください。
2. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
3. 問題紙は10ページです。解答用紙は、総合理工学部物質化学科受験生には4枚、総合理工学部(物質化学科を除く)受験生、生物資源科学部受験生には5枚です。指示があってから確認し、すべての解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
4. 下表に示すように、受験する学部・学科で解答する問題が異なります。

総合理工学部物質化学科受験生は、**1**、**2**、**3**、**4**を必答問題として解答してください。総合理工学部(物質化学科を除く)受験生、生物資源科学部受験生は、**1**問1～4、**2**問1～3、**3**問1～3を必答問題とし、**4**、**5**はどちらか1問を選択し、解答用紙の選択欄に○印を記入の上、解答してください。選択欄の○印が**4**、**5**の両方に記入されている場合、あるいはどちらにも記入されていない場合、選択問題の得点は0点として取り扱います。

学部・学科	必答問題	選択問題
総合理工学部(物質化学科)	1 、 2 、 3 、 4	
総合理工学部(物質化学科を除く) 生物資源科学部	1 問1～4， 2 問1～3， 3 問1～3	4 または 5

5. 答えはすべて解答用紙の所定の欄に記入してください。
6. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

1

【必答問題】 問1～4は、すべての受験生が解答すること。

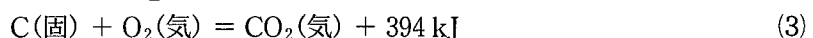
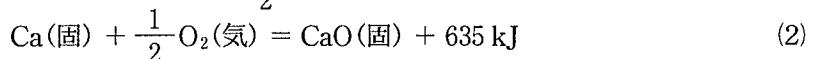
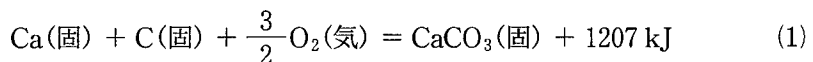
次の文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、原子量として $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, $Ca = 40$, $Br = 80$ を用いよ。また、発生した気体はすべて理想気体とみなすことができるものとする。

炭酸カルシウムを約 $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ に加熱すると完全に熱分解して、酸化カルシウム^(a)が生成し、二酸化炭素が放出される。

また、酸化カルシウムに十分な量のコークス(炭素)を混ぜて加熱すると、炭化カルシウム(CaC_2)が生成する。炭化カルシウムと水を反応させると、アセチレン^(b)と消石灰が生成する。消石灰の飽和水溶液は石灰水ともよばれる。

石灰水に二酸化炭素を通じると、炭酸カルシウムの沈殿が生成する。したがって、下線部(a)の反応で発生した二酸化炭素は、再び炭酸カルシウムとして回収される。

問1 下線部(a)の化学反応式を熱化学方程式で表せ。必要であれば、次の熱化学方程式(1)～(3)を参考とせよ。また、下線部(a)の反応は吸熱反応あるいは発熱反応のどちらか、答えよ。



問2 下線部(a)の反応において、炭酸カルシウム 1.0 kg から発生する二酸化炭素の質量[g]を、有効数字2桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

問3 下線部(b)の化学反応式を書け。

問 4 炭酸カルシウム 1.0 kg から炭化カルシウム 640 g を得た。得られた炭化カルシウムに水を反応させて発生するアセチレンの体積[L]は、標準状態(0℃, 1.013×10^5 Pa)でいくらか、有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。ただし、炭化カルシウムは、すべて水と反応したものとする。

問 5, 6 は、総合理工学部物質化学科受験生が解答すること。

問 5 アセチレン 260 g に臭素を付加反応させ、すべてテトラブロモエタン($\text{CHBr}_2\text{-CHBr}_2$)として得るのに必要な臭素の質量[g]を、有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

問 6 炭化カルシウム 640 g と水を反応させて発生した消石灰 740 g を、大量の水に完全に溶解させ石灰水を調製した。その中に二酸化炭素を吹き込んだところ、炭酸カルシウムを生成して白濁した。すべての消石灰が炭酸カルシウムに変化したとき、炭酸カルシウムとして固定された二酸化炭素の質量[g]を、有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

2

【必答問題】 問1～3は、すべての受験生が解答すること。

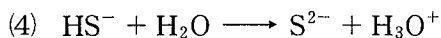
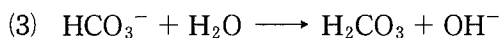
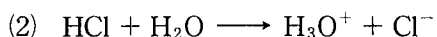
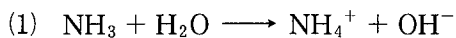
以下の問いに答えよ。

問1 ～ に適当な語句を入れよ。

アレーニウスは、「酸とは水に溶けて を生じる物質で、塩基とは水に溶けて を生じる物質」と定義し、それらが酸性および塩基性の原因であるという説を提唱した。

ブレンステッドとローリーは、アレーニウスの定義を拡張し、「酸とは を与える物質で、塩基とは を受け取る物質である」と定義した。

問2 次の(1)～(4)の反応のうち、水分子がブレンステッド・ローリーの定義における酸であるものをすべて選び、番号で答えよ。



問3 次の①～④の各水溶液のpHを計算し、有効数字2桁で答えよ。また、計算の過程も示せ。ただし、水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} [(\text{mol/L})^2]$ 、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ とし、水酸化ナトリウムと塩酸の電離度は、それぞれ1.0とする。また、酢酸の電離度は0.012とする。

① 0.010 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液

② pH 3.0の塩酸0.50 mLに水を加え、正確に50 mLとした水溶液

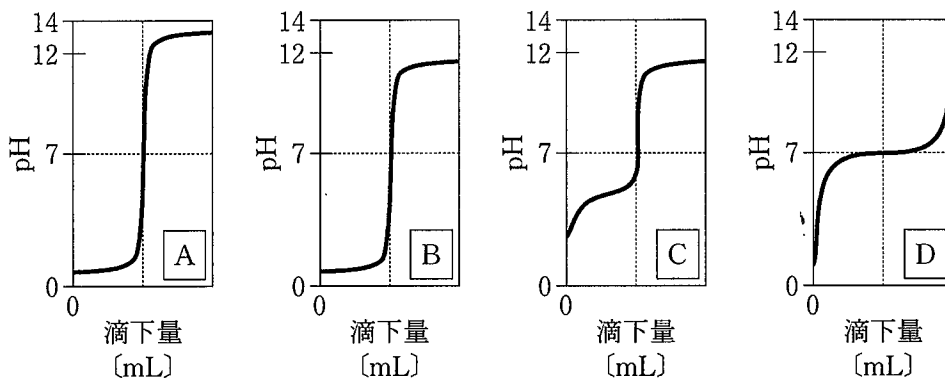
③ 0.20 mol/L の塩酸 25 mL と 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 25 mL を混合した水溶液

④ 0.10 mol/L の酢酸水溶液 40 mL

問 4 は、総合理工学部物質化学科受験生が解答すること。

問 4 問 3 の②～④の水溶液に対し、①の水溶液を用いて中和滴定を行った。以下の(1)～(3)に答えよ。

(1) ③の水溶液に対して①の水溶液を滴下したときの滴定曲線を、次の A ～ D から選び、記号で答えよ。



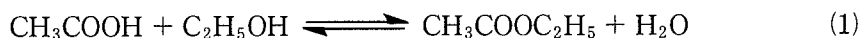
(2) ②の水溶液に①の水溶液を滴下するとき、指示薬としてメチルオレンジを用いることはできない。その理由を簡単に述べよ。

(3) ④の水溶液に①の水溶液を滴下したとき、中和点の pH は 7 ではなかった。その理由を簡単に述べよ。

3 【必答問題】 問 1～3 は、すべての受験生が解答すること。

次の文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、 $\sqrt{2} = 1.4$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$ 、 $\sqrt{19} = 4.4$ を用いよ。

酢酸 1.0 mol とエタノール 1.0 mol の混合物を 20 °C で放置すると反応が進み、式(1)で表される平衡状態になった。



問 1 この反応溶液中に残っている酢酸の物質量は 0.45 mol であった。20 °C における、式(1)の平衡定数 K を、有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

問 2 酢酸 4.0 mol とエタノール 2.0 mol の混合物を 20 °C で放置すると反応が進み、平衡に達した。このときに生成した酢酸エチルの物質量[mol]を、有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。ただし、平衡定数は問 1 で求めた値を用いよ。

問 3 物質量比 1 : 1 の酢酸とエタノールの混合物を 40 °C で放置すると反応が進み、酢酸エチル 1.0 mol が生成して、平衡に達した。このときの平衡定数 K は 2.0 であった。放置する前の混合物中の酢酸の物質量[mol]を、有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

問 4、5 は、総合理工学部物質化学科受験生が解答すること。

問 4 式(1)で表される化学平衡において、触媒を加えると、平衡に達する時間と平衡定数は、加えないときと比べてどのようになるか。解答の組み合わせとして正しいものを、次の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

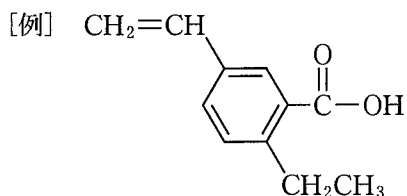
	平衡に達する時間	平衡定数
(1)	変わらない	変わらない
(2)	変わらない	大きくなる
(3)	変わらない	小さくなる
(4)	速くなる	変わらない
(5)	速くなる	大きくなる
(6)	速くなる	小さくなる
(7)	遅くなる	変わらない
(8)	遅くなる	大きくなる
(9)	遅くなる	小さくなる

問 5 酢酸とエタノールから酢酸エチルを合成する反応の触媒として用いられる物質 A と、酢酸エチルの加水分解反応の触媒として用いられる物質 B の組み合わせで適切なものを、次の(ア)~(エ)から選び、記号で答えよ。

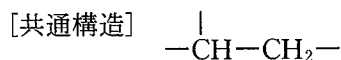
	物質 A	物質 B
(ア)	希塩酸	濃硫酸
(イ)	酢酸	希塩酸
(ウ)	濃硫酸	希塩酸
(エ)	酢酸	濃硫酸

4 総合理工学部物質化学科受験生は、4 を解答すること。総合理工学部(物質化学科を除く)と生物資源科学部の受験生は、4 あるいは 5 のどちらか一つを選択し、解答すること。

次の文を読み、問いに答えよ。ただし、原子量として $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ を用いよ。また、構造式は下の例にならって書け。



炭素、水素、酸素のみからなる四つの芳香族化合物 A, B, C, D は、互いに構造異性体の関係にある。A ~ D の分子量は 122 で、次に示す共通構造を分子内にもっている。また、A ~ D のうち一つはエーテル結合をもつことがわかっている。



A ~ D を 10.0 mmol ずつとり、それぞれ完全燃焼させると、いずれの場合も水が 900 mg, 二酸化炭素が 3.52 g 得られた。A ~ D のうちの一つは、塩化鉄(III)水溶液を加えると青紫色を呈した。B と D は、濃硫酸とともに 170 °C に加熱すると同じアルケンを生じるが、一方のみヨードホルム反応を示した。D を酸化して得られる E に、アンモニア性硝酸銀水溶液を反応させると銀が析出した。 D あるいは E を、^(a)硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液を用いて酸化させると、ともに F が得られた。 A と F を反応させると、分子量 240 の化合物と水分子が得られた。^(b)た。

問 1 A～D の分子式を示せ。

問 2 下線部(a)の反応は何というか，名称を答えよ。

問 3 F を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えることで起こる化学反応について，次に示す三つの語句を用いて説明せよ。

遊離，弱酸，二酸化炭素

問 4 下線部(b)の反応によって新たに形成される化学結合は何か，次の(ア)～(エ)から正しいものを一つ選び，記号で答えよ。

- (ア) アミド結合 (イ) エーテル結合 (ウ) エステル結合
(エ) 水素結合

問 5 A～F の構造式を示せ。ただし，異性体が存在するものは，いずれか一つを示せ。

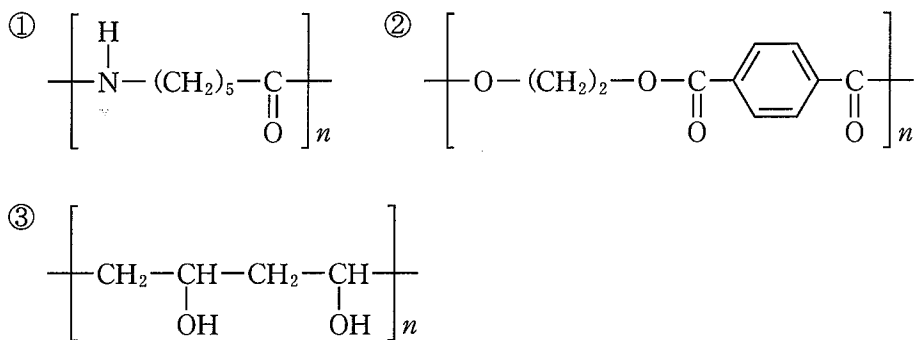
- 5 総合理工学部(物質化学科を除く)と生物資源科学部の受験生は、4 あるいは5 のどちらか1問を選択し、解答すること。

次のI、IIの文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、原子量として $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$ を用いよ。

I タンパク質は、多数のアミノ酸がペプチド結合で鎖状に結合した高分子化合物である。水溶性のタンパク質の水溶液は、親水コロイドで、これに多量の電解質を加えると ア を起こして沈殿する。また、タンパク質に熱、酸や塩基、重金属イオンなどを作用させると、タンパク質の立体構造が変化して、タンパク質特有の性質や生理的な機能が失われることがある。この現象をタンパク質の イ という。タンパク質水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、冷却後、さらにアンモニア水を加えると橙黄色になる。この反応を ウ 反応といい、 エ 環を含むタンパク質の検出に用いられる。また、 オ 原子を含むアミノ酸を成分にもつタンパク質の水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生じる。

II 鎖状の分子構造をもつ多くの合成樹脂は、熱を加えると変形して、さまざまな形に成形できる。このような合成樹脂を カ 樹脂という。また、重合度が低いうちは液状または粉末であるが、さらに加熱して重合が進むと、キ 状の分子構造となって硬化する。この硬化した樹脂を熱硬化性樹脂といい、その後は加熱しても軟化することはない。

合成繊維には、次の図に示す化合物①～③などのさまざまな種類がある。化合物①は、 ϵ -カプロラクタムに少量の水を加えて加熱して ク させると得られる。化合物②は、エチレングリコールとテレフタル酸を ケ させると得られる。化合物③は、酢酸ビニルが コ して生成するポリ酢酸ビニルを、水酸化ナトリウムでけん化させると得られる。



問 1 ~ に適当な語句を入れよ。

問 2 ~ にあてはまる重合反応の種類を、それぞれ次の(A)~(D)から選び、記号で答えよ。

(A) 付加重合 (B) 縮合重合 (C) 付加縮合 (D) 開環重合

問 3 化合物①と②の名称を答えよ。

問 4 平均分子量 4.52×10^4 の化合物①の平均重合度はいくらか、有効数字 3 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

問 5 化合物③をホルムアルデヒドでアセタール化して得られる高分子化合物の構造式を書け。