

令和6年度学力検査問題

工学部・後期日程

化 学

ページ	解答用紙枚数
1 ~ 10	2 枚

解答時間 120 分

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの指定の解答欄に記入すること。
4. 解答用紙2枚の指定された欄(計4箇所)に、忘れずに本学の受験番号を記入すること。
5. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

[注意] 必要があれば、次の値を使うこと。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Si = 28.1, P = 31.0, S = 32.1, Cl = 35.5, Ca = 40.1,

Cu = 63.6

1 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

室温の水に、塩化ナトリウムや尿素は溶けやすいが、ナフタレンは溶けにくい。水に溶解した塩化ナトリウムは ア し、ナトリウムイオンと塩化物イオンを生じるが、各イオンは水分子に取り囲まれて安定化される。尿素は水に溶解しても ア しないため イ であるが、ウ が大きな分子であり、水分子と エ 結合を形成することで安定化される。一方、ナフタレンは無 ウ 分子であるため、水分子と引き合う力が弱く安定化されない。

塩化ナトリウムや尿素のような不揮発性の溶質が溶けた希薄水溶液は、蒸気圧、沸点、凝固点が純水と異なる。これらの性質は溶質粒子の種類にはよらず、水溶液中に溶解している溶質粒子の オ によって決まる。

デンプンやゼラチンの水溶液は、溶液の横から強い光を当てると、光の通路が明るく輝いて見える。この現象は カ 現象と呼ばれ、塩化ナトリウムや尿素の水溶液では観察されない。カ 現象は、一般に直径が キ m の粒子が分散した溶液で観察されるため、ク 溶液が示す特徴として知られている。

問1 ア ~ カ , ク に適切な語句を記せ。

問2 キ にあてはまる最も適当な数字の範囲を①～④から選び、記号で答えよ。

- ① $10^{-12} \sim 10^{-10}$ ② $10^{-11} \sim 10^{-9}$ ③ $10^{-10} \sim 10^{-8}$ ④ $10^{-9} \sim 10^{-7}$

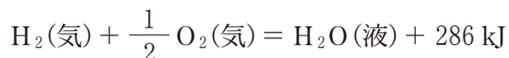
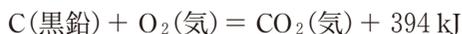
2 次の文章を読み、問 1～問 3 に答えよ。

化学反応式に反応熱を書き加え、両辺を等号で結んだ式を **ア** という。
反応熱は、^(a)発熱反応のときは符号 **イ** を、吸熱反応のときは符号 **ウ** をつけて表す。各物質のもつエネルギーはその **エ** によって異なるため、化学式の後に(気)や(液)をつけて、物質の **エ** を付記する。1 mol の物質が完全燃焼する時に放出する反応熱を **オ** ， 1 mol の化合物がその成分元素の単体からできるときの反応熱を **カ** という。一定の体積中で起こる化学反応では、**キ** は反応時間当たりの反応物または生成物のモル濃度の変化量で表される。

問 1 **ア** ～ **キ** に適切な語句を記せ。

問 2 下線部(a)に関して、

- (1) 反応熱の大きさは、反応前と反応後の物質の種類と **エ** だけで決まり、反応の経路には無関係である。この法則を何というか記せ。
- (2) 以下の **ア** を用いてエチレンの **カ** を計算せよ。



問 3 に関して,

一定体積の密閉容器内において気体 A, B, C に関して以下の反応が成り立つとする。



それぞれのモル濃度を [A], [B], [C] とすると, は次のように表すことができる。

$$\text{キ} = k \times (\quad)$$

- (1) 上の式に含まれる比例定数 k を何というか記せ。
- (2) () を [A], [B], [C] のうち必要な記号と必要な数字を用いて表せ。ただし, この反応は, 実験により 2 次反応であることが明らかにされているものとする。
- (3) を大きくする条件(方法)を 3 つあげ, それぞれ理由を記せ。

3 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

マンガンは周期表 ア 族に属する。単体は イ 色の光沢を持つ硬くてもろい金属で、鉄よりイオン化傾向が ウ，空气中で表面が エ される。過マンガン酸カリウムは水に溶けて K^+ と オ を生じる。オ は酸性溶液中で強い カ としてはたらき、マンガン(II)イオンになる。^(a)オ は塩基性～中性溶液中でも カ としてはたらき、^(b)キ (黒色)となる。キ に ク を加えると酸素が発生する。

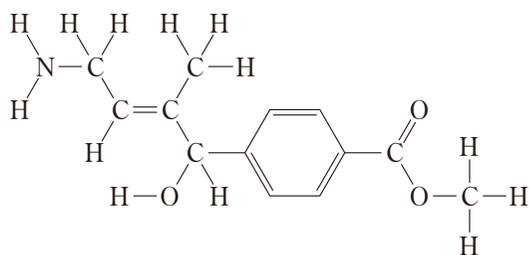
問1 ア ～ ク にあてはまる語句または数字を記入せよ。ただし、オ，キ，ク は組成式またはイオン式で記すこと。

問2 下線部(a)，(b)のイオン反応式を記せ。

問3 硫酸酸性下で 0.03 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴定した。ある体積の過マンガン酸カリウム水溶液に、終点を見やすくするため 0.05 mol/L のシュウ酸を過剰となるよう 32 mL 加えた。その後、過マンガン酸カリウム水溶液を 2.2 mL 加えたところ過不足なく反応した。

- (1) 過マンガン酸カリウム水溶液にシュウ酸を加えたときのイオン反応式を記せ。
- (2) 元の過マンガン酸カリウム水溶液の体積を求めよ。計算過程も記せ。
- (3) 滴定の終点に到達したときの溶液の色を記せ。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。なお、構造式は例にならって解答せよ。



例

$\text{C}=\text{O}$ 結合をもつ化合物は 化合物と呼ばれ、特に、 基に結合する置換基 2 個がともに炭化水素基であるものを ^(a)、置換基の一方または両方が水素原子で、 $-\text{CHO}$ をもつものを と呼ぶ。 を触媒の存在下で水素で還元すると第一級アルコールとなり、一方で を酸化するとカルボン酸となる。最も単純な であるアセトンは、無色の液体で水に可溶である。アセトンの水溶液に、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を少量加えて温めると、黄色結晶の が生じる。この反応を 反応と呼ぶ。 化合物の合成法にはさまざまなものが知られているが、アルケンを低温でオゾンと反応させた後、亜鉛やジメチルスルフィドなどで還元 ^(c) することでも得ることができる。分子中に $-\text{COOH}$ をもつ化合物はカルボン酸と呼ばれ、水溶液中で 性を示す。マレイン酸とフマル酸はアルケンを含むジカルボン酸であり、世界で初めて発見された幾何異性体の組である。 ^(d)

問 1 ～ にあてはまる語句を答えよ。

問 2 下線部(a)について、下記には炭化水素基の代表例を示してある。

カ ~ ケ にあてはまる語句を答えよ。

基の名称	化学式
メチル基	CH_3-
エチル基	CH_3CH_2-
カ 基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$
キ 基	$-\text{CH}_2-$
ク 基	$\text{CH}_2=\text{CH}-$
ケ 基	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-$

問 3 下線部(b)の反応を化学反応式で記せ。

問 4 下線部(c)について、この反応を何と呼ぶか答えよ。また、この反応を用いて、2-メチル-2-ブテンを反応させたときに生成する ア 化合物を構造式で2つ記せ。

問 5 下線部(d)のマレイン酸およびフマル酸の構造式を記せ。

5 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

生体内で産生される酵素は、種々の化学反応を促進するための触媒として機能している。酵素が作用する物質を基質といい、酵素はそれぞれ決まった基質にしか作用しない。このような性質を、酵素の **ア** という。例えば、ヒトのだ液に含まれる **イ** は、デンプンに作用し、**ウ** や二糖類の **エ** を生成する反応を触媒するが、セルロースに対しては作用しない。

酵素に **ア** が見られるのは、酵素には活性部位が存在し、その立体構造に適合する基質だけが酵素の作用を受けることができるためである。デンプンやセルロースは、いずれも分子式 $(C_6H_{10}O_5)_n$ で表される多糖類であるが、デンプンが **オ**-グルコースで構成されているのに対し、セルロースは **カ**-グルコースで構成されている。一般に、デンプンは、**キ** と **ク** の混合物である。このうち、**ク** は多数の **オ**-グルコースが1位と **ケ** 位の-OH で脱水縮合した直鎖状の構造と、1位と **コ** 位の-OH の脱水縮合で形成される枝分かれ構造をあわせもつ。セルロースは、多数の **カ**-グルコースが1位と **ケ** 位の-OH で脱水縮合した高分子である。セルロースでは、となり合うグルコース単位が交互に環平面の上下の向きを変えながら結合しているため、分子全体としては直線状構造となる。

グルコースは、広く生物の体内に存在し、エネルギー源となる。グルコースの水溶液は還元性を示す。そのため、グルコースにフェーリング液を^(a)加えて加熱すると、酸化銅(Ⅰ)の赤色沈殿が生じる。グルコースは酵母のもつ酵素群のはたらき^(b)によって、エタノールと二酸化炭素に^(c)分解される。この変化は **サ** と呼ばれ、酒類の醸造やパンの生産などに応用されている。

問1 文中の **ア** ～ **サ** にあてはまる最も適切な語句または数字を記せ。なお、**オ** および **カ** にはギリシャ文字があてはまる。

問 2 下線部(a)の理由を述べよ。

問 3 下線部(b)の化学式を記せ。

問 4 デンプン 40.5 g を完全に加水分解することで得られたグルコースに対して、十分な量のフェーリング液を加えて加熱した。すべてのグルコースが過不足なく反応したとすると、酸化銅(I)の赤色沈殿は何 g 得られるか。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も記せ。ただし、グルコース 1 mol から酸化銅(I) 1 mol が生成するものとする。

問 5 下線部(c)によって 69.0 g のエタノールを得るためには、何 g のグルコースが必要か。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も記せ。ただし、反応は過不足なく進行するものとする。