

令和4年度入学者選抜試験問題

化学基礎・化学（前期日程）

（注意事項）

1. 試験開始までに表紙の注意事項をよく読んでください。
2. 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
3. 試験開始の合図があったら、すぐに用紙の種類と枚数を確かめ、受験番号をすべてに記入してください。
 - 表紙（この用紙） 1枚
 - 化学基礎・化学その1 1枚
 - 化学基礎・化学その2 1枚
 - 化学基礎・化学その3 1枚
4. 配付された用紙の種類や枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 答えは、特に指定がなければ、解答欄に記入してください。
6. 試験終了後、すべての用紙を回収します。
7. 問題用紙の余白や裏面を草案に使用しても構いませんが、採点の対象にはなりません。

- 特に断りがなければ、次の数値を使用しなさい。

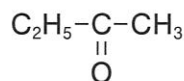
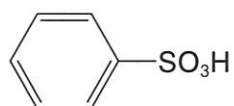
元素	H	C	N	O	S	K	Ca	Mn	Fe	Ba
原子量	1.0	12.0	14.0	16.0	32.1	39.1	40.1	54.9	55.9	137.3

アボガドロ定数 $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

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

- 気体は、特に指定がなければ、理想気体として取り扱いなさい。
- 有機化合物の構造式は、特に指定がなければ、次の例にならって簡略化した構造式で書きなさい。

例：



受験番号

問題1 次の文中の（ア）～（ク）に適切な語または数値を入れなさい。

原子は（ア）と（イ）からなり、（イ）は（ウ）と（エ）からなる。（ウ）の数と（エ）の数の和を（オ）という。同じ元素の原子でも、（エ）の数が異なる原子が存在する。（ウ）の数は等しいが、（エ）の数が異なる2種類以上の原子を、互いに（カ）という。臭素の原子量は79.9である。臭素の（カ）の相対質量が78.9と80.9の2種類とすると、存在比は最も簡単な整数比で（キ）：（ク）となる。

解 答 欄	ア		イ		ウ		エ	
	オ		カ		キ		ク	

問題2 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

分子式 $C_6H_{12}O_6$ で表される3種類の単糖類、グルコース、（ア）、（イ）がある。これらの単糖類は、水溶液中では全て（1）性を示す。二糖類は2つの単糖類が脱水縮合したものであり、加水分解すると、マルトースからはグルコースが、（ウ）からはグルコースと（ア）が、乳汁中に含まれる（エ）からはグルコースと（イ）が生成する。これらの二糖類のうち、（ウ）のみが（1）性を示さない。多糖類は多数の単糖類が脱水縮合したものである。 α 型環状構造のグルコースが脱水縮合したものがデンプンであり、鎖状らせん構造をもち熱水に溶ける（オ）と、枝分かれ構造をもち水に溶けにくい（カ）の混合物として存在している。（カ）を適当量とり、ヨウ化メチルと反応させると、グリコシド結合に関与しないヒドロキシ基-OHは全てメチル化されメトキシ基-OCH₃となる。その後、希硫酸で加水分解すると、1位の炭素原子に結合したメトキシ基だけは、もとのヒドロキシ基にもどる。その結果、単糖（キ）が7.659g、単糖（ク）が0.354g、単糖（ケ）が0.312g生じた。ただし、（ク）は（ケ）と比べて1分子多く生成するが、物質質量比はほぼ等しかった。

問1 （ア）～（カ）に当てはまる糖類の名称を答えなさい。

問2 化合物の（1）性を調べるのに用いる反応の名称を1つ答えなさい。

問3 （キ）、（ク）、（ケ）の環状構造式を記しなさい。

問4 （カ）から生成する（キ）、（ク）、（ケ）の分子数の比は $n:1:1$ と表すことができる。 n はいくつになるか整数で答えなさい。

問5 （カ）1分子中に含まれる枝分かれの数は120であった。（カ）の分子量を有効数字3桁で求めなさい。

解 答 欄	問1	ア		イ		ウ	
		エ		オ		カ	
	問2						
	問3	キ		ク		ケ	
問4				問5			

受 験 番 号

小 計

問題3 濃度が不明な硫酸鉄(II)水溶液 20.0 mL をビーカーにとり、硫酸で酸性にしてから、濃度 0.0100 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えていくと、18.25 mL を加えたところで反応が完了した。このとき、以下の間に答えなさい。

- 問1 この反応の反応式を書きなさい。
 問2 この反応の完了を目視で判断する方法を述べなさい。
 問3 この反応における Mn, Fe それぞれの反応前および反応後の酸化数を答えなさい。
 問4 硫酸鉄(II)水溶液の濃度を有効数字3桁で答えなさい。

解答欄	問1								
	問2								
	問3	Mn 反応前		Mn 反応後		Fe 反応前		Fe 反応後	
	問4								

問題4 次の文章を読み、以下の間に答えなさい。

有機化合物の成分元素は、分離・精製した純粋な試料を用いて決定することができる。例えば、試料を完全燃焼させて生じた気体を石灰水に通じた時に白濁した場合、(ア)が生成していたことがわかる。これにより、試料中の元素として(イ)が含まれていたことを確認できる。試料を焼いた(ウ)につけて加熱した時の青緑色の炎色をもとに、試料中の元素として(エ)が含まれていたことが確認できる。また、試料に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、湿らせた赤色リトマス紙に近づけると青色に変化する、または、濃塩酸に接触させると白煙が発生する、といったことで、試料中の元素として(オ)が含まれていたことが確認できる。C, H, Oのみからなる試料の場合、完全燃焼させて生成した(カ)の質量を正確に測定することによって、試料中に含まれる水素の質量を求めることができる。成分元素の質量をそれぞれの元素の原子量で割った値の最も簡単な整数比で示した化学式を(キ)という。分子量が求められる場合、(ク)が決定できる。一方、(ク)が同じでも構造が異なる化合物が存在する。これを(ケ)という。(ケ)のうち、分子の構造式が異なるものを(コ)という。また、構成原子のつながり方や結合の種類は同じだが、分子の立体的な形が異なるものを(サ)という。(サ)には、アルケンで二重結合に対する置換基の空間配置が異なる(シ)が含まれる。

- 問1 (ア)～(シ)に入る語句を書きなさい。
 問2 下線部について、どのようにして生成した(カ)の質量を求めるのかを説明しなさい。
 問3 C, H, Oのみからなる化合物A 450 mg を完全燃焼させ、発生した気体を吸収させたところ、(カ)の質量は 270 mg, (ア)の質量は 660 mg であった。化合物Aの(キ)を示しなさい。また、化合物Aの分子量が 900 のときの(ク)を示しなさい。

解答欄	問1	ア		イ		ウ		エ	
		オ		カ		キ		ク	
		ケ		コ		サ		シ	
	問2								
問3	キ				ク				

受験番号

小計

問題5 次のグラフは、3種類の実在気体ア、イ、ウの300 Kにおける pV/nRT の値の p 依存性を示している。ここで p : 圧力, V : 体積, n : 物質質量, R : 気体定数, T : 絶対温度である。以下の問に答えなさい。

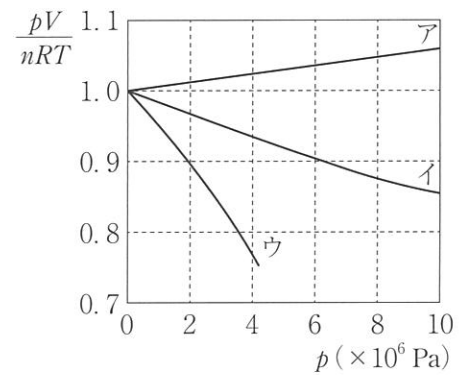
問1 次の①~③に該当する気体を図中のア、イ、ウから選びなさい。

- ① 最も理想気体に近い振る舞いを示す気体
- ② 3×10^6 Pa で 1 mol あたりの体積が最も小さい気体
- ③ $2 \times 10^6 \sim 4 \times 10^6$ Pa の圧力の範囲で最も圧縮されにくい気体

問2 これらの3種類の実在気体が、水素、二酸化炭素、メタンのどれかであるとき、ア、イ、ウは、どの気体か化学式で答えなさい。

問3 アでは pV/nRT の値は p の増加にしたがって大きくなる。この理由を40字以内で説明しなさい。

問4 グラフ中の圧力範囲において、イやウの pV/nRT の値は p の増加にしたがって小さくなる。この理由を40字以内で説明しなさい。



解答欄	問1	①		②		③		問2	ア		イ		ウ	
	問3													
	問4													

問題6 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

西洋の壁画に用いられる絵画技法の「フレスコ」は、壁に塗られた生乾きの①しっくい（漆喰）の上に、耐アルカリ性の顔料で描く方法である。しっく이가乾燥しながら大気中の②二酸化炭素を吸収して固まり、顔料が定着する。このようにして描かれた壁画は一般に耐久性があるが、都市部では大気中の③硫酸化物と反応して変質することがある。修復のためには、しっくいを④炭酸アンモニウム水溶液で処理し、ついで⑤水酸化バリウム水溶液で処理する方法が用いられる。

問1 下線部①について、しっくいの主成分であるカルシウム化合物（消石灰）の化学式を答えなさい。

問2 下線部②について、生成するカルシウム化合物の化学式を答えなさい。

問3 下線部③では、固まったしっくい内部のカルシウム化合物が硫酸化物と反応して硫酸カルシウムに変化している。硫酸カルシウムが壁画表面近くで析出すると顔料の剥離を引き起こす。しかし、下線部④の処理により、硫酸カルシウムはもとの化合物に変換される。この時の硫酸カルシウムと炭酸アンモニウムの反応式を書きなさい。

問4 下線部④の処理の副成物として水溶性の高い塩が生成する。これを除去するために下線部⑤の処理を行う。この処理により水に難溶性の塩が生成し、しっく이가補強される。他の生成物は揮発または蒸発する。下線部⑤の処理による反応式を書きなさい。

問5 しっくい内に残存した水酸化バリウムは大気中の二酸化炭素と徐々に反応して水に難溶性の塩に変化し、しっく이가補強される。この反応式を書きなさい。

解答欄	問1		問2	
	問3			
	問4			
	問5			

受験番号

小計