

化学基礎・化学

注意事項

1. 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始の指示があったら、すぐに「試験問題並びに答案用紙」の種類と枚数が以下のとおりであることを確認し、受験番号をすべての用紙に記入してください。
(化学基礎・化学その1)～(化学基礎・化学その4) 各1枚 計4枚
3. 「試験問題並びに答案用紙」の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。
4. 「試験問題並びに答案用紙」の裏面を草案として使用してもかまいませんが、採点対象とはしません。
5. 試験終了後、「試験問題並びに答案用紙」は、科目ごとにすべて回収します。上から(化学基礎・化学その1)、(化学基礎・化学その2)、(化学基礎・化学その3)、(化学基礎・化学その4)の順に、おもて面を上にして、ひろげた状態で用紙の上下をそろえて4枚重ねてください。異なる科目の答案用紙が混入しないように注意してください。
6. すべての確認作業が終了するまで着席しててください。

- 必要があれば、次の数値を使用しなさい。

元 素	H	C	N	O	Na	S	K	Mn
原子量	1.0	12.0	14.0	16.0	23.0	32.1	39.1	54.9

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

標準状態 (0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) での気体 1 mol の体積 = 22.4 L

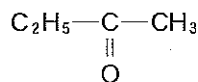
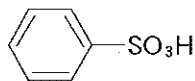
気体定数 = $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

水のイオン積 = $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

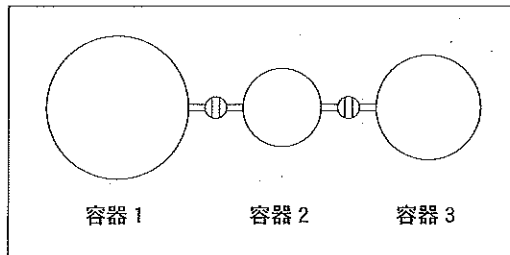
$\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$, $\log_{10} 7 = 0.85$

- 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



問題 1 右図のように、温度によって体積が変化しない耐圧容器をそれぞれコックで連結した。容器 1, 2, 3 の容積は、それぞれ 6.0 L, 2.0 L, 4.0 L である。今、容器 1 に 2.0×10^5 Pa の気体 A を、容器 2 に 4.0×10^5 Pa の気体 B を、容器 3 に 2.0×10^5 Pa の気体 C を入れた後、すべてのコックを開いて、均一な混合気体を得た。通常、混合気体中の気体 A, B, C は反応しないが、ある操作を行うと $1A + 3B \rightarrow 2D$ の反応が起こり気体 D が生じる。ただし、圧力の測定は一定温度で行われ、コックの部分の容積は無視できるものとする。以下の問いに答えなさい。



問 1 ①の時の気体 C の分圧を有効数字 2 桁で求めなさい。

問 2 気体 B が完全になくなるまで②の反応が進行した時、混合気体の全圧と気体 D の分圧を、それぞれ有効数字 2 桁で求めなさい。

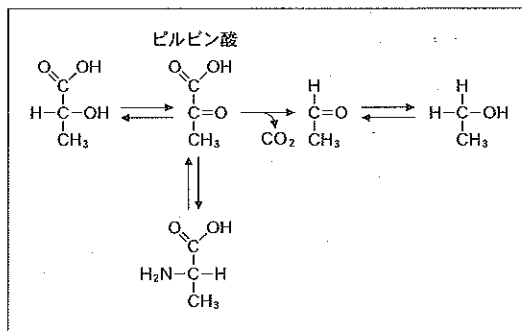
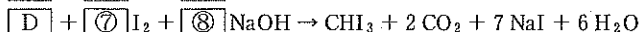
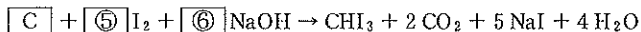
解答欄	問 1	
	問 2	混合気体の全圧： 気体 D の分圧：

問題 2 グルコースが生体内で解糖系により代謝されると、ピルビン酸が生成する。ピルビン酸はアラニンアミノ基転移酵素の作用を受けるとアラニンになる。一方、低酸素濃度条件下、ピルビン酸は多くの生物では乳酸脱水素酵素の働きにより乳酸に変換される。また、酵母など一部の生物では、ピルビン酸脱炭酸酵素の働きによりアセトアルデヒドになり、さらにアルコール脱水素酵素の作用により、エタノールになる。以下の問いに答えなさい。

問 1 乳酸のように、分子中にヒドロキシ基をもつカルボン酸を何と呼ぶか、答えなさい。

問 2 右図構造式に含まれる不斉炭素をすべて丸で囲みなさい(図中に直接記入のこと)。

問 3 図中の 5 つの化合物のうち、4 つがヨードホルム反応を呈する。ヨードホルム反応の反応式を完成するために、A~D にあてはまる示性式、①~⑧にあてはまる数字を答えなさい。



問 4 アラニンに無水酢酸を作用させたときに生成するアミド化合物と、アラニンのエチルエステルを縮合させた。生成する化合物の構造式を示しなさい。

問 5 図中の 5 つの化合物のうちで、沸点が最も低い化合物の名称を答えなさい。また、その理由を簡潔に説明しなさい。

解答欄	問 1		問 2	(図中に直接記入のこと)												
	問 3	A		B												
		C		D												
		①		②		③		④		⑤		⑥		⑦		⑧
	問 4	化合物の名称：														
問 5	理由：															

受験番号	
小計	

平成 28 年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙 (化学基礎・化学その 2)

問題 3 アミノ酸、ペプチド、タンパク質に関する以下の問いに答えなさい。

問 1 タンパク質を構成するアミノ酸の構造を、置換基を R として図示しなさい。ただし、不斉炭素に結合した各置換基の空間的關係が分かるように、紙面の手前にある結合を太い線(◀)で、紙面の奥にある結合を点線(◌)で示しなさい。

問 2 タンパク質を構成するアミノ酸のうち、グルタミン酸、セリン、フェニルアラニン、アラニンの4つのアミノ酸からなるテトラペプチドの分子量を求めなさい。また、これら4つのアミノ酸を疎水性の高い順番に並べなさい。

問 3 タンパク質の二次構造の代表例を2つあげ、それらの構造がどのようにして安定に保たれるかを説明しなさい。

解答欄	問 1	
	問 2	分子量： 順番：(高い) (低い)
	問 3	

問題 4 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

私たちが普段使用する水道水は、様々な種類の検査によって、国が定める水道水質基準値を満たしているかが定期的に確認されている。それらの検査項目のひとつに過マンガン酸カリウム消費量がある。これは試料水 1 L 中に含まれる有機物の量を、一定の条件下で酸化させるために必要な過マンガン酸カリウムの量で表したものである。自宅の蛇口から水道水を採取し、以下に示す方法により過マンガン酸カリウム消費量を求めた。

操作 1：水道水 100 mL を三角フラスコにとり、希硫酸 5 mL と 2.0×10^{-3} mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液 10 mL を加え、5 分間煮沸した。

操作 2：溶液が熱いうちに、 5.0×10^{-3} mol/L のシュウ酸ナトリウム水溶液を 10 mL 加えた。

操作 3：溶液中に存在する過剰な量のシュウ酸を 2.0×10^{-3} mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、ちょうど 2.5 mL で溶液の色が変化した。

問 1 操作 2 で、溶液の色がどのように変化したか答えなさい。

問 2 希硫酸存在下における過マンガン酸カリウムとシュウ酸ナトリウムとの反応式を書きなさい。ただし、シュウ酸ナトリウムは硫酸酸性条件下ではシュウ酸として存在しているものとする。

問 3 水道水の過マンガン酸カリウム消費量 [mg/L] を小数点以下 1 桁で求めなさい。

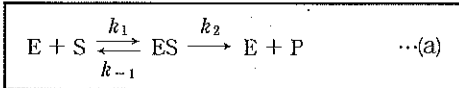
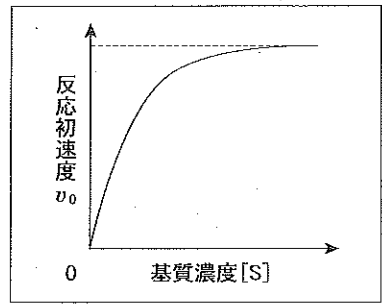
解答欄	問 1	
	問 2	
	問 3	

受 験 番 号

小 計

問題 5 次の文章は、酵素反応における初速度と基質濃度の関係を説明している。式(b)~(f)を埋め、文章を完成させなさい。

酵素 E により基質 S が生成物 P に変化する時の、反応初速度 v_0 と基質濃度 [S] は右図のような関係となる。これは酵素反応が 2 段階で進行すると考え、反応溶液中の酵素全濃度 $[E_0]$ 、基質濃度 [S]、および反応速度定数 k_x (式(a)の素過程の速度定数) を用いて表すことができる。 $[E_0]$ は [S] に比べて充分小さいものとする。酵素は速度定数 k_1 で基質と結合して、ES 複合体 (以下 ES と表す) を形成する。ES は①可逆的に速度定数 k_{-1} で E と S に、あるいは②不可逆的に速度定数 k_2 で E と P に分解するので、反応式 (a) は次のように表される。



・ 反応初期に平衡状態に達すると ES の形成と分解の速度が等しくなるので、左辺に ES 形成速度、右辺に ES 分解速度とすると式(b)が得られる。

$$\dots(b)$$

・ [E] を $[E_0]$ と [ES] で表し、[ES] について解くと式(c)が得られる。

$$[ES] = \dots(c)$$

・ 式(c)の右辺の速度定数 k_1 、 k_{-1} 、 k_2 からなる項をまとめて定数 K_m として表す。反応初速度は $v_0 = k_2[ES]$ で表されるので、式(d)が導かれる。

$$v_0 = k_2[ES] = \dots(d)$$

・ [S] が K_m より極めて大きい時、式(d)は式(e)となり、溶液中の全酵素が ES を形成して v_0 が最大となる。これを最大速度という。

$$v_0 = \dots(e)$$

・ 一方、[S] が K_m に等しい時、式(d)は式(f)となる。

$$v_0 = \dots(f)$$

解答欄	(b)		(c)	[ES] =
	(d)	$v_0 = k_2[ES] =$	(e)	$v_0 =$
	(f)	$v_0 =$		

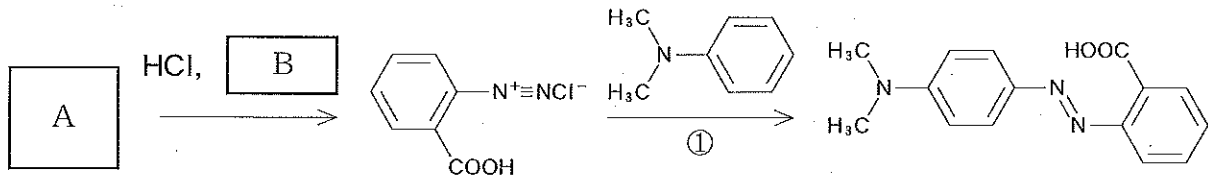
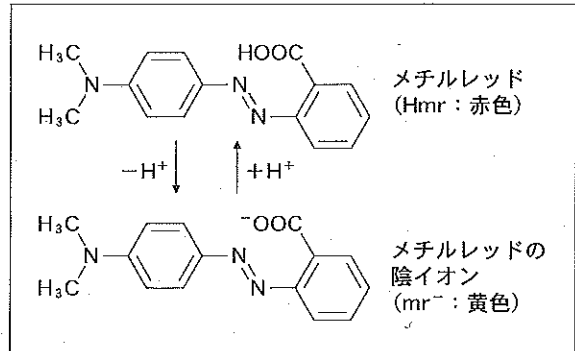
受験番号

小計

問題 6 酸塩基滴定の指示薬として用いられるメチルレッド (Hmr) は、右図のような構造をしており、pH が比較的低い条件では赤色を呈するが、pH が上昇すると、水素イオンが外れて陰イオン (mr⁻) の形となり、色は黄色を呈するようになる。

[mr⁻]/[Hmr] ≤ 0.1 の時に赤色を、[mr⁻]/[Hmr] ≥ 10 の時は黄色を呈するとして、以下の問いに答えなさい。ただし、メチルレッドの電離定数は 8.0 × 10⁻⁶ mol/L とする。

問 1 メチルレッドは、以下の合成法により合成される。 **A** と **B** に入る化合物の化学式を書きなさい。また、①の反応名を答えなさい。



問 2 メチルレッドを水に溶けやすくするためナトリウム塩 (Na⁺ + mr⁻) とし、この塩 9.7 mg を水に溶解して、全量 100 mL の指示薬を調製した。この指示薬の pH を、計算過程を示し小数点以下 2 桁で求めなさい。

問 3 問 2 で調製した指示薬 2 mL に、溶液の色が赤色を呈するまで 0.01 mol/L の塩酸を加えた。この時要した塩酸の量を、計算過程を示し有効数字 2 桁で求めなさい。

問 4 1.0 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 20 mL に、問 2 で調製した指示薬を 0.1 mL 加えた。この水溶液に 0.1 mol/L の酢酸を 1 mL 加えて、指示薬が黄色を呈する中で最小の pH を持つ緩衝液を調製した。酢酸の電離定数を、計算過程を示し有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、指示薬による体積増加は無視できるものとする。

解答欄	問 1	A :	B :	反応名 :	
	問 2				
	問 3				
	問 4				

受験番号

小計