

2022年度

一般選拔 A 日程

【2/6】

化学基礎・化学

[60 分]

注意 解答に必要なならば、次の値を用いなさい。

原子量 H 1.0 C 12 N 14 O 16
Na 23 S 32 Cl 35.5 Ti 48
Fe 56 Cu 63.5 Br 80

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

$\log_{10} 2 = 0.30$ $\log_{10} 3 = 0.48$

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

1 次の各問い（問1～問5）に答えなさい。

問1 酸と塩基に関する記述（ア）～（ウ）について、正誤の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

- (ア) 高濃度の強酸の pH を計算するときには、水の電離により生じる水素イオン濃度は無視できる。
- (イ) 硫化水素の電離によって生じる S^{2-} の濃度は、酸性水溶液中では高く、塩基性水溶液中では低い。
- (ウ) 1 価の強酸と 1 価の強塩基から生じる正塩の水溶液は中性である。

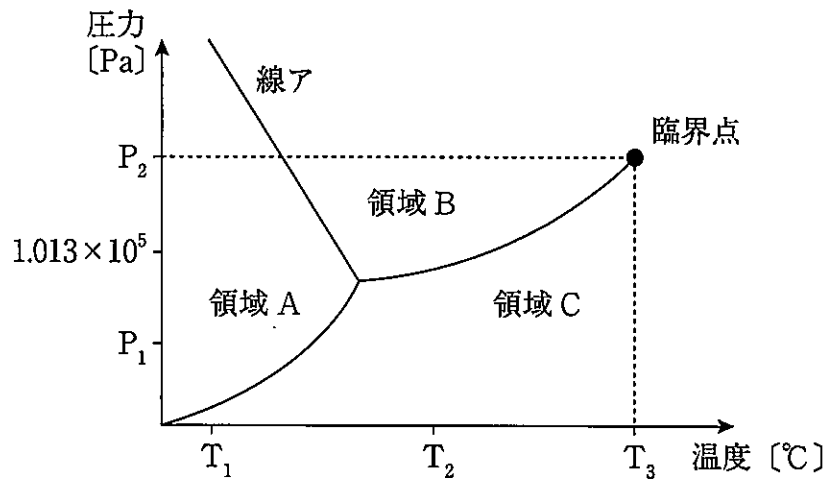
	(ア)	(イ)	(ウ)
①	正	正	正
②	正	誤	正
③	正	正	誤
④	正	誤	誤
⑤	誤	誤	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	正	正
⑧	誤	誤	誤

問2 次の各物質のうち、その結晶内に共有結合がないものはどれか。正しいものをすべて選んだ組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 2

- A 塩化カリウム B ダイヤモンド
C マグネシウム D 塩化アンモニウム

- ① A, B ② A, C ③ A, D ④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D

問3 下記は、温度と圧力に応じて水がどのような状態をとるかを示した状態図である。図に関する記述 (ア)～(オ) のうち、正しいものをすべて選んだ組み合わせを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 3



- (ア) 領域 A における水の状態は、液体である。
- (イ) 領域 A と領域 B を区切る線アは融解曲線であり、圧力・温度が線ア上にあるとき固体と液体の水が共存する。
- (ウ) 圧力 P₁、温度 T₁ の水を、同一圧力で温度 T₂ まで変化させたときに起こる状態変化の名称は沸騰である。
- (エ) 臨界点では、固体・液体・気体の三つの状態の水が共存する。
- (オ) 圧力 P₂ 以上かつ温度 T₃ 以上では、水は超臨界流体として存在している。

- ① (ア, イ) ② (ア, エ) ③ (イ, オ)
- ④ (ウ, エ) ⑤ (ウ, オ)

問4 物質Aと物質Bの沸点を比較したとき、物質Bの沸点の方が高い組み合わせを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 4

	物質 A	物質 B
①	水	硫化水素
②	食塩水	水
③	塩化水素	臭化水素
④	エタノール	ジメチルエーテル
⑤	シクロヘキサン	シクロペンタン

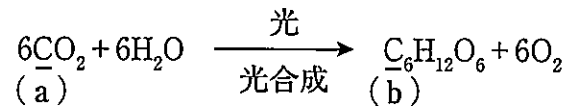
問5 次の文章をよく読み、空欄（ア）～（オ）に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 5

同位体には原子核が不安定なものがあり、放射線を出して、他の元素の原子に変わる。このような同位体を放射性同位体といい、この変化のことを（ア）という。放射線の種類としては（イ）の原子核の流れである α 線や（ウ）の流れである β 線、高エネルギーの電磁波である γ 線などが存在している。放射性同位体の利用法として炭素年代測定法が挙げられ、これは ^{14}C が（エ）を放出して ^{14}N へと変わり、 ^{14}C の量がもとの量の半分となる時間である（オ）が5730年であることを利用して、遺跡で発掘された木片等の年代を推定する分析方法である。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
①	分解	ヘリウム	陽子	α 線	低減期
②	分解	ネオン	陽子	β 線	半減期
③	分解	アルゴン	中性子	α 線	低減期
④	壊変 (崩壊)	ヘリウム	電子	β 線	半減期
⑤	壊変 (崩壊)	ネオン	電子	α 線	低減期
⑥	壊変 (崩壊)	アルゴン	中性子	β 線	半減期

2 次の各問い（問1～問5）に答えなさい。

問1 次式は緑色植物が光合成によって、二酸化炭素と水からグルコースを生成するとした場合の化学反応式を表している。下線（a），（b）の炭素原子の酸化数として正しい組み合わせを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 6



	(a)	(b)
①	+2	-2
②	+2	0
③	+2	+2
④	+4	-2
⑤	+4	0
⑥	+4	+2

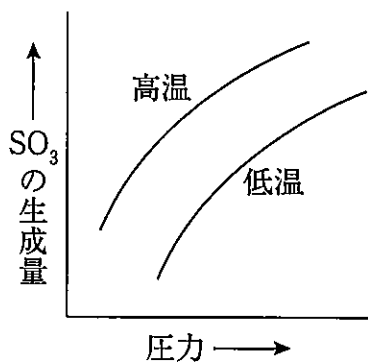
問2 触媒に関する記述 (ア)~(ウ) のうち、正しいものをすべて選んだ組み合わせを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 7

- (ア) 過酸化水素の分解反応において、 Fe^{3+} は過酸化水素と均一に混合しない状態で作用する不均一触媒である。
- (イ) アルミナ Al_2O_3 などの表面に分散させた白金微粒子は、一酸化炭素と酸素の室温での反応において触媒となる。
- (ウ) ヨウ化水素の分解反応において、触媒の有無によって反応経路は異なるが、反応の活性化エネルギーは同じである。

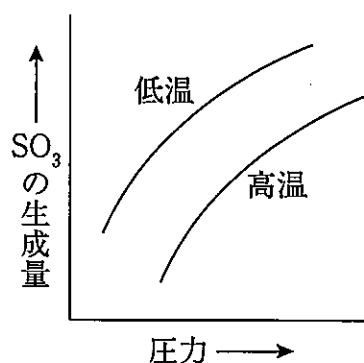
- ① (ア) のみ ② (イ) のみ ③ (ウ) のみ
④ (ア) と (イ) ⑤ (ア) と (ウ) ⑥ (イ) と (ウ)

問3 $2\text{SO}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) = 2\text{SO}_3(\text{気}) + 198 \text{ kJ}$ で表される可逆反応が平衡状態にあるとき、温度・圧力と三酸化硫黄 SO_3 の生成量との関係を正しく表したグラフを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 8

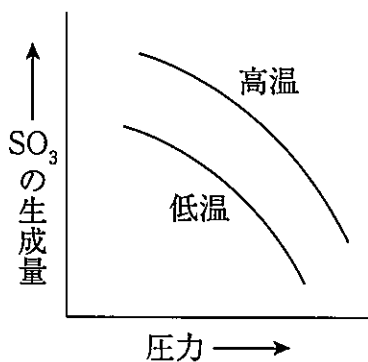
①



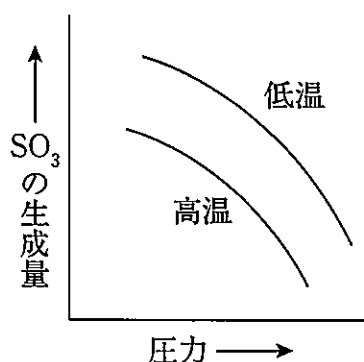
②



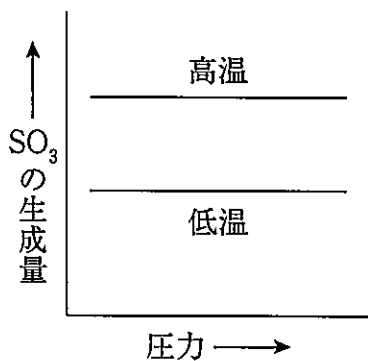
③



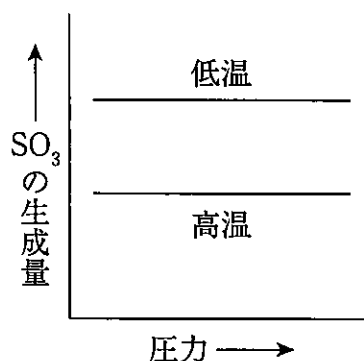
④



⑤



⑥



問4 酢酸と酢酸ナトリウムをそれぞれ 0.10 mol/L, 0.30 mol/L で溶解した混合溶液の pH として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、酢酸の電離定数は 2.0×10^{-5} mol/L とする。

- ① 4.3 ② 4.7 ③ 5.0 ④ 5.2 ⑤ 5.5

問5 硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 水溶液の電気分解を、白金電極と電池を用いて 30 分間行ったところ、陰極に 0.0635 g の銅が析出した。この 30 分間の平均電流 [A] として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、流れた電流はすべて電気分解に使用されたとする。 A

- ① 0.032 ② 0.054 ③ 0.064 ④ 0.11 ⑤ 0.19

3

次の各問い（問1～問4）に答えなさい。

問1 窒素化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 11

- ① アンモニアを実験室で得るには、塩化アンモニウムと強塩基の混合物を加熱する。
- ② アンモニアは、工業的には、触媒を用いて水素と窒素を反応させて製造される。
- ③ 一酸化窒素は、銅に希硝酸を反応させると発生する。
- ④ 二酸化窒素は、常温・常圧で無色の気体である。
- ⑤ 硝酸は、光や熱による分解が起こりやすい。

問2 図に示した周期表の元素 (A)~(F) のいずれかに関する次の記述 (ア)~(ウ) について、記述と元素の組み合わせとして最も適当なものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 12

族 \ 周期	1	2	3-12	13	14	15	16	17	18
1									
2							(A)	(B)	
3							(C)	(D)	
4	(E)							(F)	

- (ア) 電気陰性度が最も大きい。
- (イ) 単体は常温・常圧で液体である。
- (ウ) 水素化合物の水溶液が弱酸性を示す。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	(B)	(D)	(A)
②	(B)	(D)	(C)
③	(B)	(F)	(A)
④	(B)	(F)	(C)
⑤	(E)	(D)	(A)
⑥	(E)	(D)	(C)
⑦	(E)	(F)	(A)
⑧	(E)	(F)	(C)

問3 Ag^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} の各イオンを含む水溶液がある。次の(ア)~(ウ)の操作と識別できるイオンの組み合わせとして最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

13

- (ア) アンモニア水を多量に加える。
- (イ) 希塩酸を加える。
- (ウ) 水溶液を白金線につけ、炎の中に入れる。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	Ag^+	Ca^{2+}	Fe^{3+}
②	Ag^+	Fe^{3+}	Ca^{2+}
③	Ca^{2+}	Ag^+	Fe^{3+}
④	Ca^{2+}	Fe^{3+}	Ag^+
⑤	Fe^{3+}	Ag^+	Ca^{2+}
⑥	Fe^{3+}	Ca^{2+}	Ag^+

問4 合金 M は、水素分子を金属原子間に水素原子として取り込むことのできる水素吸蔵合金であり、その単位格子は、チタン Ti 原子 1 個と鉄 Fe 原子 1 個からなるものとみなせる。312 g の合金 M が 4.5 g の水素分子を、水素原子として吸蔵したとき、単位格子 1 個あたり平均何個の水素原子が合金 M に吸蔵されているか。最も適当な数値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 個

- ① 0.50 ② 0.75 ③ 1.0 ④ 1.5 ⑤ 2.0

4 次の各問い（問1～問6）に答えなさい。

問1 エステルの構造と反応に関する記述のうち、正しいものをすべて選んだ組み合わせを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。 15

- (ア) 硝酸とアルコールが脱水縮合した化合物は硝酸エステルと呼ばれ、ニトログリセリンは硝酸エステルの例である。
- (イ) グリセリンと高級脂肪酸とのエステルは油脂と呼ばれる。
- (ウ) カルボン酸とアルコールからエステルを生成する際、カルボキシ基のOHとヒドロキシ基のHから水が生成する。

- ① (ア) のみ ② (イ) のみ ③ (ウ) のみ
- ④ (ア), (イ) ⑤ (ア), (ウ) ⑥ (イ), (ウ)
- ⑦ (ア), (イ), (ウ)

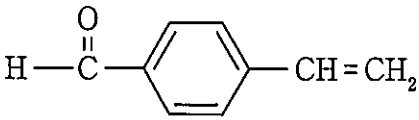
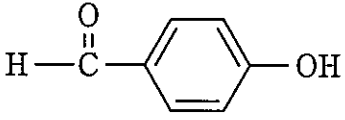
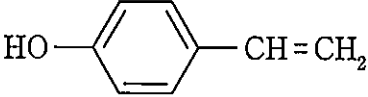
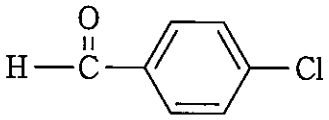
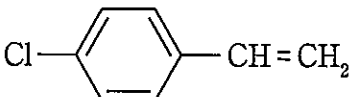
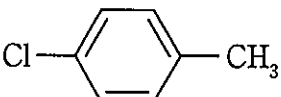
問2 安息香酸とサリチル酸とそれらの誘導体に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 16

- ① 安息香酸は、エチルベンゼンを過マンガン酸カリウムで酸化すると得られる。
- ② サリチル酸は、ナトリウムフェノキシドに高温・高圧のもとで二酸化炭素を反応させた後、希硫酸を作用させると得られる。
- ③ サリチル酸に硫酸存在下で無水酢酸を作用させると、アセチルサリチル酸が生成する。
- ④ アセチルサリチル酸は、炭酸水素ナトリウム水溶液に溶解する。
- ⑤ サリチル酸とメタノールから合成したサリチル酸メチルは、炭酸水素ナトリウム水溶液に溶解する。

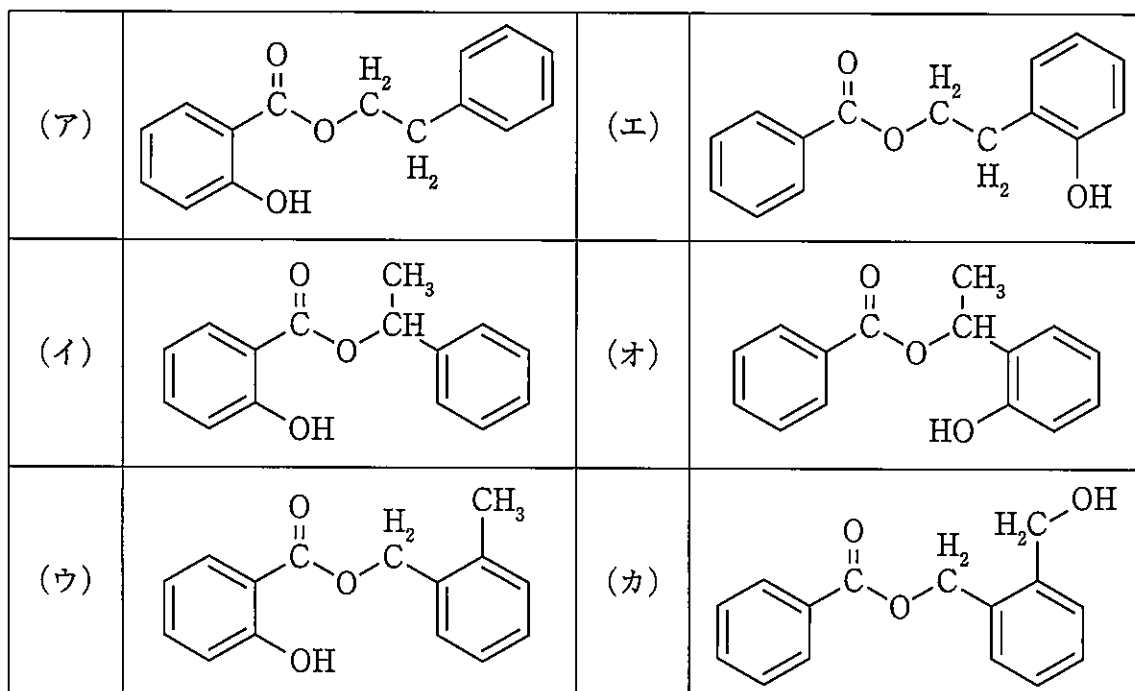
問3 次の記述 (ア) (イ) の両方に当てはまる化合物として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 17

(ア) 熱した銅線に触れさせて、その銅線を炎の中に入れると、青緑色の炎色反応が見られた。

(イ) アンモニア性硝酸銀溶液に加えて温めると、銀が析出した。

①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	

問4 エステル A1 と A2 は (ア)～(カ) のいずれかである。その構造を決定するために、以下の実験 1～3 を行った。実験 1～3 の結果から、エステル A1 と A2 の構造として最も適当なものの組み合わせを、次の①～⑨の中から選びなさい。 18



実験1 エステル A1 はカルボン酸 B1 とアルコール C1 から合成することができ、エステル A2 はカルボン酸 B2 とアルコール C2 から合成できることがわかった。

実験2 B1, C1, B2, C2 にそれぞれ塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたところ、以下の結果が得られた。

化合物	B1	C1	B2	C2
実験結果	紫色に呈色	無色	無色	青～紫色に呈色

実験3 B1, C1, B2, C2 にそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると、以下の結果が得られた。

化合物	B1	C1	B2	C2
実験結果	無反応	黄色沈殿が生成	無反応	黄色沈殿が生成

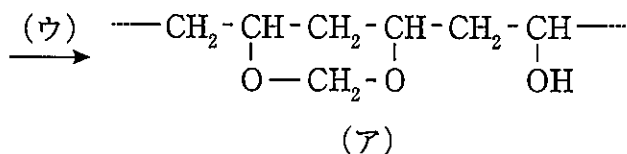
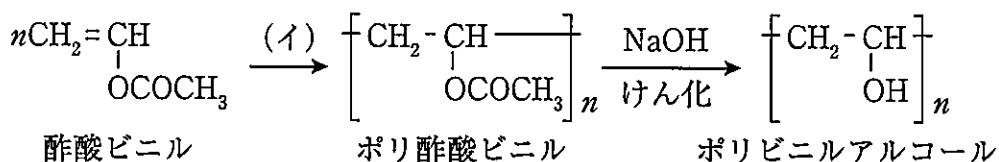
	エステル A1	エステル A2
①	(ア)	(エ)
②	(ア)	(オ)
③	(ア)	(カ)
④	(イ)	(エ)
⑤	(イ)	(オ)
⑥	(イ)	(カ)
⑦	(ウ)	(エ)
⑧	(ウ)	(オ)
⑨	(ウ)	(カ)

問5 次の有機化合物に関する記述のうち誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 19

- ① エチレンと臭素との反応により、1, 2-ジブロモエタンが生成する反応は付加反応である。
- ② メタンと十分量の塩素の混合気体に光を照射すると、置換反応が進行し、最終的にはテトラクロロメタン（四塩化炭素）が生成する。
- ③ 空気中で加熱した銅線を熱いままメタノールに近づけると、刺激臭がする。
- ④ メタノールに金属ナトリウムを加えると、水素が発生する。
- ⑤ マレイン酸の方がフマル酸より融点が高い。

問6 次の反応式・文章は、ある合成高分子に関するものである。空欄（ア）～（エ）に当てはまるものの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

20



合成高分子（ア）は1939年に桜田一郎らにより発明された合成繊維であり、綿に似た性質を示す。その合成法としてはまず、酢酸ビニルの（イ）により得られたポリ酢酸ビニルを加水分解（けん化）することで、ポリビニルアルコールを得る。このポリビニルアルコールに対して、（ウ）を作用させることでアセタール化反応が進行し、（ア）を得る。

ここでポリビニルアルコールと（ア）を比較すると、ポリビニルアルコールは水酸基を多く含むため水溶性を示すが、（ア）では水酸基の数が減るため水に不溶となる。しかし、（ア）には部分的に水酸基が残存しているため、適度な吸湿性を示し、分子間で（エ）を形成することができるため、高い強度・耐摩耗性を示すことが期待され、作業服やロープなどに応用されている。

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）
①	ビニロン	付加重合	HCHO	配位結合
②	ビニロン	縮合重合	CH ₃ OH	水素結合
③	ビニロン	付加重合	HCHO	水素結合
④	ナイロン	縮合重合	CH ₃ OH	配位結合
⑤	ナイロン	付加重合	HCHO	配位結合
⑥	ナイロン	縮合重合	CH ₃ OH	水素結合