

2018年度

全学部統一入試

化学基礎・化学

[60 分]

注意 解答に必要なならば、下記の原子量を用いなさい。

$$H = 1.0 \quad C = 12 \quad O = 16$$

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 1～4）に答えなさい。

問 1 ある金属の酸化物 MO_2 19.4 g を還元すると、M の単体が 13.0 g 得られた。金属 M の原子量として最も適当な数値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 1

- ① 163 ② 130 ③ 97.5 ④ 65.0 ⑤ 32.5

問 2 元素の周期表に関する記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 2

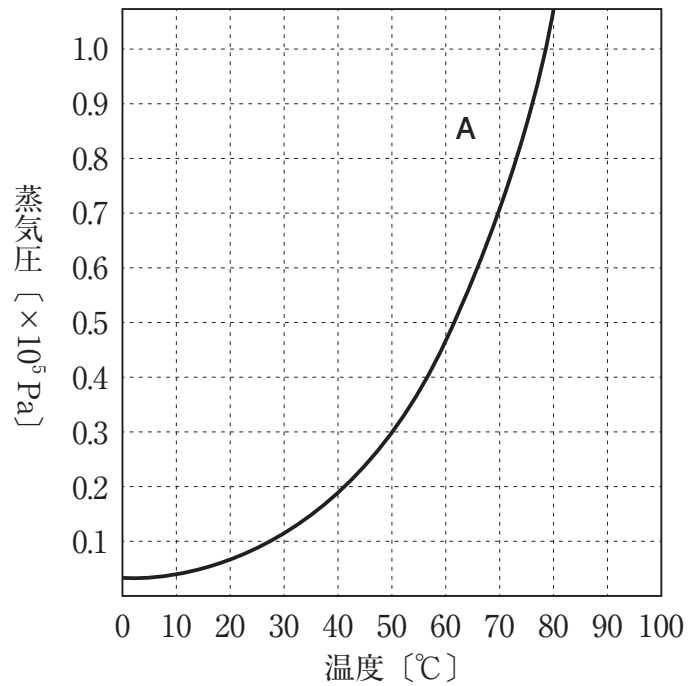
- ① 同じ周期にある原子は、最外電子殻が同じである。
- ② 典型元素の単体は、常温・常圧で気体か固体のどちらかである。
- ③ 1 族元素の単体は、すべて常温・常圧で固体である。
- ④ 18 族元素の価電子数は、8 である。
- ⑤ 典型元素は、すべて非金属元素である。

問3 溶解性に関する次の記述 (ア)~(ウ) に該当する物質の組み合わせを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 3

- (ア) ヘキサンによく溶けるが、水には溶けにくい。
 (イ) 水にはよく溶けるが、ヘキサンには溶けにくい。
 (ウ) ヘキサンにも水にもよく溶ける。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	エタノール C_2H_5OH	スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$	ヨウ素 I_2
②	エタノール C_2H_5OH	ヨウ素 I_2	スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$
③	スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$	ヨウ素 I_2	エタノール C_2H_5OH
④	スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$	エタノール C_2H_5OH	ヨウ素 I_2
⑤	ヨウ素 I_2	エタノール C_2H_5OH	スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$
⑥	ヨウ素 I_2	スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$	エタノール C_2H_5OH

問4 図は物質Aの蒸気圧曲線である。ピストン付きの密閉容器に窒素0.30 molと物質A 0.20 molの混合気体を入れ、 1.0×10^5 Pa、70℃にした。圧力を 1.0×10^5 Paに保ったまま、容器の温度を徐々に下げたとき、物質Aが液体になり始める温度として、最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 ℃



図

- ① 44 ② 52 ③ 57 ④ 62 ⑤ 65

2

次の各問い（問1～4）に答えなさい。

問1 酸化還元反応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。 5

- ① 酸化還元反応では、還元剤が酸化される。
- ② 過酸化水素は酸化剤としてのみ働く。
- ③ 二酸化硫黄は反応する相手の物質によって、酸化剤として働くことも、還元剤として働くこともある。
- ④ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に鉄を入れると、銅(Ⅱ)イオンは還元される。
- ⑤ ナトリウムと水の反応では、ナトリウムが酸化される。

問2 化学平衡に関する記述（ア）～（ウ）について、正誤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。 6

- （ア） 水溶液中の水素イオン濃度の逆数の対数を pH という。
- （イ） pH が 6 の塩酸の水溶液を 100 倍に希釈したときの pH は 8 である。
- （ウ） 酢酸の水溶液の濃度を小さくすると、電離度は大きくなり、電離定数は小さくなる。

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

問3 化学反応の速度に関する記述 (ア)~(ウ) について、正誤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。 7

- (ア) 温度が一定のとき、反応物の濃度に比例して反応速度定数は大きくなる。
- (イ) 一般に、固体が関係する反応では、固体の質量が同じならば、その表面積を大きくすると反応速度は大きくなる。
- (ウ) 触媒を用いると反応の仕組みが変わり、活性化エネルギーがより小さい別の経路で反応が進む。

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

問4 物質 A, B, C, D に関する可逆反応 (a, b, c, d は係数) が, 以下の平衡状態にあるとする。2.00 mol の A と 2.00 mol の B の混合物を反応させ, ある一定温度で平衡状態に達したとき, A が 0.50 mol に減少していた。次の各問い (1), (2) に答えなさい。



(1) この反応の平衡定数を求めたとき, 最も適当な数値を次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

- ① 2.0 ② 4.0 ③ 6.0 ④ 9.0 ⑤ 12

(2) 物質 A 1.00 mol, B 1.00 mol, および生成物 D 4.00 mol の混合物を反応させ, 同じ温度で平衡状態に達したとき, 生成する C の物質は何 mol か。最も適当な数値を次の①~⑤の中から一つ選びなさい。 mol

- ① 0.10 ② 0.20 ③ 0.50 ④ 0.70 ⑤ 0.90

3

次の各問い（問1～3）に答えなさい。

問1 次の表は気体の発生法と生じる気体の性質をまとめたものである。各問い(1)～(3)に答えなさい。

気体	発生法	気体の性質		
		におい	水に対する溶解性	その他の性質
A	(ア)に濃硝酸を加えて加熱する	刺激臭	溶ける	赤褐色
B	塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを混合して加熱する	刺激臭	溶ける	塩基性
C	(イ)に希硫酸を加える	腐卵臭	少し溶ける	酸性

(1) A～Cにあてはまる気体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。

10

	A	B	C
①	NO	NH ₃	H ₂ S
②	NO	NH ₃	SO ₂
③	NO	NO ₂	H ₂ S
④	NO	NO ₂	SO ₂
⑤	NO ₂	NH ₃	H ₂ S
⑥	NO ₂	NH ₃	SO ₂
⑦	NO ₂	NO	H ₂ S
⑧	NO ₂	NO	SO ₂

(2) 表中 (ア), (イ) にあてはまる金属単体あるいは化合物の組み合わせとして正しいものを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 11

	(ア)	(イ)
①	Zn	Cu
②	Zn	FeS
③	Cu	CaF ₂
④	Cu	FeS
⑤	Fe	CaF ₂
⑥	Fe	Cu

(3) 気体 B, C の乾燥剤として最も適している組み合わせを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 12

	B	C
①	濃硫酸	ソーダ石灰
②	濃硫酸	塩化カルシウム
③	ソーダ石灰	濃硫酸
④	ソーダ石灰	塩化カルシウム
⑤	塩化カルシウム	濃硫酸
⑥	塩化カルシウム	ソーダ石灰

問2 塩基性条件下で硫化水素を通じた際に沈殿が生じるもののうち, 下線で示す原子のイオン化傾向が最も大きい化合物の水溶液を, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 13

- ① CuSO₄ ② (CH₃COO)₂Pb ③ FeSO₄
 ④ ZnSO₄ ⑤ NaHCO₃ ⑥ CaSO₄

問3 操作(ア)~(エ)のうち、初め沈殿が生じるが、過剰に加えると沈殿が溶解するものをすべて選んだものを、次の①~⑨の中から一つ選びなさい。 14

- (ア) 硝酸銀水溶液にアンモニア水を加える。
- (イ) 硫酸アルミニウム水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- (ウ) 硝酸鉛(Ⅱ)水溶液にアンモニア水を加える。
- (エ) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加える。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① (ア) のみ | ② (イ) のみ | ③ (ウ) のみ |
| ④ (エ) のみ | ⑤ (ア), (イ) | ⑥ (ア), (ウ) |
| ⑦ (ア), (エ) | ⑧ (イ), (ウ) | ⑨ (イ), (エ) |

(問題は次ページに続く)

4 次の各問い（問1～5）に答えなさい。

有機化合物に関する実験を【操作1】～【操作3】の順に行った。

【操作1】 (a) 丸底フラスコに酢酸 24 g とエタノール（密度 0.79 g/cm³） 80 mL を入れ、少量の濃硫酸と沸騰石を加え、還流冷却管をつけて混合液が沸騰するように 1 時間加熱した。 反応液を室温になるまで放置し、丸底フラスコ内の溶液を水に注ぐと水層と有機層の 2 層に分離した。有機層に、(b) 飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を少量ずつ加え、発生する気体を放出させた。 水層が弱アルカリ性であることを確認してから水層を除いた。有機層の主成分は、**化合物 A** である。

【操作2】 【操作1】 で得られた有機層には、**化合物 A** の他に少量の**化合物 B** が含まれていた。また、**化合物 B** は【操作1】の実験で酢酸を入れなくても生成した。そこで、蒸留によって**化合物 A** と **B** を分離して、**純粋な化合物 A** を 11 g 得た。

【操作3】 【操作2】 で得られた**純粋な化合物 A** の一部に十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜながら加熱して反応させた。

問1 **化合物 A** と **B** と【操作1】下線部 (a) の反応名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。 15

	化合物 A	化合物 B	反応名
①	$C_2H_5OC_2H_5$	$CH_3COOC_2H_5$	スルホン化
②	$C_2H_5OC_2H_5$	$CH_3COOC_2H_5$	エステル化
③	$C_2H_5OC_2H_5$	$CH_3COOC_2H_5$	ニトロ化
④	$C_2H_5OC_2H_5$	$CH_3COOC_2H_5$	ジアゾ化
⑤	$CH_3COOC_2H_5$	$C_2H_5OC_2H_5$	スルホン化
⑥	$CH_3COOC_2H_5$	$C_2H_5OC_2H_5$	エステル化
⑦	$CH_3COOC_2H_5$	$C_2H_5OC_2H_5$	ニトロ化
⑧	$CH_3COOC_2H_5$	$C_2H_5OC_2H_5$	ジアゾ化

問2 【操作1】 下線部 (a) の反応において、酢酸の量を変えないで化合物 A の生成量を増やす方法に関する記述 (ア)～(ウ) のうち、正しいものをすべて選んだものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。 16

- (ア) エタノールの量を多くする。
 (イ) 生成する水を絶えず除去する。
 (ウ) 濃硫酸の量を多くする。

- 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3 【操作1】 下線部 (b) で起こる反応で、生成する物質と発生する気体、およびその他の生成物の有無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。 17

	生成物	発生する気体	その他の生成物
①	CH ₃ COONa	H ₂	有
②	CH ₃ COONa	H ₂	無
③	CH ₃ COONa	CO ₂	有
④	CH ₃ COONa	CO ₂	無
⑤	C ₂ H ₅ ONa	H ₂	有
⑥	C ₂ H ₅ ONa	H ₂	無
⑦	C ₂ H ₅ ONa	CO ₂	有
⑧	C ₂ H ₅ ONa	CO ₂	無

問4 【操作2】 で得られた純粋な化合物 A の量は、酢酸がすべて反応したと考えた場合の何%になるか。最も適当な数値を次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 18 %

- ① 9 ② 28 ③ 31 ④ 37 ⑤ 40 ⑥ 46

問5 【操作3】の反応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。 19

- ① 水酸化ナトリウム水溶液を加えた直後は2層に分離していたが、反応が十分に進行すると分離しなくなり、均一な溶液になった。
- ② この反応では、エタノールが生成する。
- ③ この反応は不可逆反応である。
- ④ 反応後の溶液からは、酢酸の刺激臭がした。
- ⑤ この反応はけん化と呼ばれる。

5

次の各問い（問1～3）に答えなさい。

問1 次の文章を読んで、各問い（1）、（2）に答えなさい。

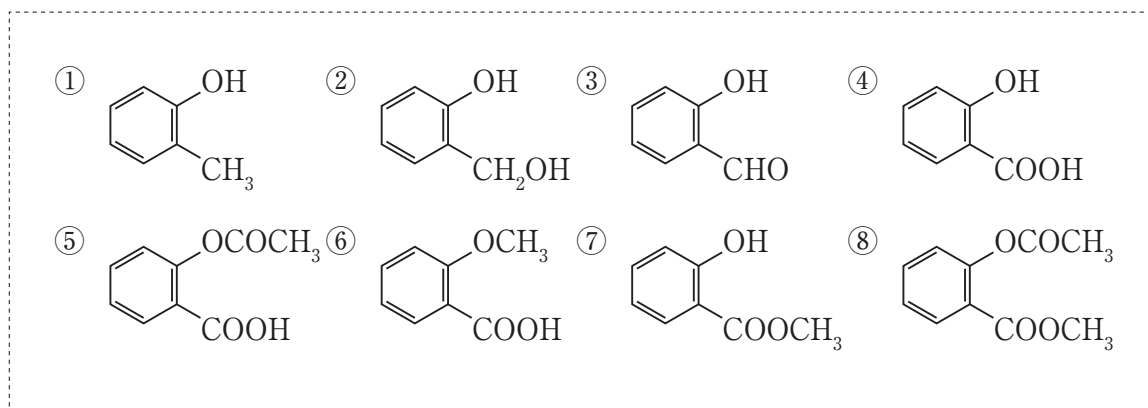
古くから、ヤナギの樹皮には解熱鎮痛作用をもつ物質が含まれていることが知られていた。この物質とはサリシンで、体内で加水分解されて化合物Aとグルコースになり、化合物Aが酸化されて生じた化合物Bが解熱鎮痛作用を示すとされている。化合物Bは1860年に合成法が開発され、医薬品として使用されるようになった。しかし化合物Bは、強い胃痛を起こすことがあるために問題になり、この化合物に無水酢酸を反応させて得られる化合物Cが開発され、現在でも解熱鎮痛剤として使用されている。

また、化合物Bにメタノールを反応させて得られる化合物Dは、消炎外用薬として使用されている。

(1) 化合物Aとして最も適当なものを、下記の化合物群の①～⑧の中から一つ選びなさい。 20

(2) 化合物Dとして最も適当なものを、下記の化合物群の①～⑧の中から一つ選びなさい。 21

化合物群



問2 酵素反応の反応速度に関する記述 (ア)~(ウ)のうち、正しいものをすべて選んだものを、次の①~⑦の中から一つ選びなさい。 22

- (ア) だ液に含まれるアミラーゼの最適 pH は約 7, すい液に含まれるトリプシンの最適 pH は約 8 であり, 生体内の全ての酵素の最適 pH は 6 ~ 8 の間にある。
- (イ) 酵素反応の反応速度が最適温度より高い温度において小さくなるのは, 酵素を構成しているタンパク質の熱変性がおこり, 立体構造が変化するためである。
- (ウ) 酵素の濃度が一定の条件では, 基質の濃度の増加に伴って酵素反応の反応速度は大きくなり, ある濃度で反応速度は最大値に達するが, それ以上の濃度では反応速度は一定になる。

- 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3 以下の油脂に関する文章を読んで, 文中の (ア)~(ウ) にあてはまる語句として最も適当な組み合わせを, 次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 23

油脂は, 高級脂肪酸とグリセリンのエステルで, 動植物に含まれる。油脂は脂肪酸の種類によって性質が異なり, (ア) が多く含まれると油脂は常温で固体のものが多く, (イ) が含まれる油脂は常温で液体のものが多。 (イ) を多く含む油脂は, 空気中の酸素による酸化や重合のために固化しやすく, (ウ) といわれる。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	不飽和脂肪酸	飽和脂肪酸	硬化油
②	不飽和脂肪酸	飽和脂肪酸	乾性油
③	不飽和脂肪酸	飽和脂肪酸	不乾性油
④	飽和脂肪酸	不飽和脂肪酸	硬化油
⑤	飽和脂肪酸	不飽和脂肪酸	乾性油
⑥	飽和脂肪酸	不飽和脂肪酸	不乾性油