

理 科

物 理： 1 ～ 8 ページ

化 学： 11 ～ 20 ページ

生 物： 22 ～ 32 ページ

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答時間は2科目で120分間です。
3. 解答は、物理、化学、生物のうちから2科目を選び、選択した科目の解答用紙を使用して解答しなさい。解答用紙は物理（緑色）、化学（茶色）、生物（青色）です。
4. 解答用紙の記入にあたっては、解答用紙の注意事項を参照し、HBの鉛筆を使用して丁寧にマークしなさい。
5. 受験番号、氏名、フリガナを物理、化学、生物すべての解答用紙に記入しなさい。受験番号は記入例を参照して、正しくマークしなさい。
6. 選択しない科目の解答用紙には、記入例を参照して、非選択科目マーク欄にマークしなさい。
7. マークの訂正には、消しゴムを用い、消しきらずに丁寧に取り除きなさい。
8. 試験開始後、ただちにページ数を確認し、落丁や印刷の不鮮明なものがあれば申し出なさい。
9. 試験終了後、物理、化学、生物すべての解答用紙を提出しなさい。問題冊子は持ち帰りなさい。
10. 解答用紙は折り曲げないようにしなさい。

解答用紙の受験番号記入例と非選択科目記入例

数字の位置	受 験 番 号				
	万	千	百	十	一
0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

物理を選択しないで、解答する場合

非選択科目マーク欄	
{ 物理を選択しない 場合のみマーク してください。 }	➡ ●

化 学

次の ～ の解答としてそれぞれの解答群の中から1つ選び、解答欄にマークしなさい。必要ならば、以下の値を用いなさい。

$$H = 1.0, \quad C = 12.0, \quad O = 16.0, \quad I = 127$$

$$\log_{10}2 = 0.301, \quad \log_{10}3 = 0.477$$

$$\text{酢酸の電離定数 } K_a = 3.00 \times 10^{-5} \text{ [mol/L]}$$

$$\text{ベンゼンのモル凝固点降下 } K_f = 5.12 \text{ [K} \cdot \text{kg/mol]}$$

1 次の問1～問5に答えなさい。

問1 次の問に答えなさい。

(1) 次の原子またはイオン1個に含まれる電子の総数が他のものと異なるものは、 である。

- ① Na^+ ② Ca^{2+} ③ Mg^{2+} ④ O^{2-} ⑤ Ne

(2) 次の分子またはイオンのうち非共有電子対をもたないものは、 である。

- ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ ② CH_3OH ③ NH_4^+ ④ HCl
⑤ CN^- ⑥ CO_2

(3) 次の化合物で極性のないものは、 である。

- ① NH_3 ② H_2O ③ HCl ④ H_2S
⑤ CH_3OH ⑥ CO_2 ⑦ CH_3COOH

(4) マグネシウムの同位体 ^{26}Mg の原子核内の中性子数は、 である。

- ① 8 ② 9 ③ 12 ④ 13 ⑤ 14 ⑥ 15 ⑦ 16 ⑧ 17

問 2 次の①～⑥の反応のうち付加反応は、5 と 6 である。ただし、解答の順序は問わない。

- ① リン酸を触媒としてエチレンと水を反応させる。
- ② ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱する。
- ③ メタンと塩素の混合気体に紫外線を照射する。
- ④ 白金を触媒として高圧下でベンゼンと水素を反応させる。
- ⑤ トルエンに過マンガン酸カリウムを加えて加熱する。
- ⑥ 塩基を触媒としてメラミンとホルムアルデヒドを反応させる。

問 3 次の記述について正誤の組み合わせとして正しいのは、7 である。

- ア FeSO_4 水溶液は淡緑色を示し、 FeCl_3 水溶液は黄褐色を示す。
- イ FeSO_4 水溶液に、ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウムの水溶液を加えると、濃青色沈殿を生じるが、 FeCl_3 水溶液に加えると褐色を示す。
- ウ FeSO_4 水溶液に、ヘキサシアノ鉄(Ⅱ)酸カリウムの水溶液を加えると、青白色沈殿を生じるが、 FeCl_3 水溶液に加えると濃青色沈殿を生じる。
- エ FeSO_4 水溶液に、 NaOH 水溶液を加えると緑白色沈殿を生じるが、 FeCl_3 水溶液に加えると赤褐色沈殿を生じる。
- オ FeCl_3 水溶液にチオシアン酸カリウム水溶液を加えると血赤色溶液を生じるが、 FeSO_4 水溶液に加えても変化ない。

<解答群>

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	正	正	正	正	正
②	正	正	正	誤	正
③	正	誤	正	誤	誤
④	正	誤	誤	正	誤
⑤	正	誤	誤	誤	正
⑥	誤	誤	誤	誤	誤
⑦	誤	正	正	正	誤
⑧	誤	正	誤	正	正
⑨	誤	正	誤	正	誤
⑩	誤	誤	正	誤	誤

問 4 次の文で誤っているものは、 である。

- ① 化学肥料として、植物の生育に必要で土壤中に不足しがちな窒素、リン、カリウムの元素を含むものを単独あるいは混合して用いる。
- ② リンは核酸、細胞膜およびATPの成分となる。
- ③ リン鉱石を粉砕して適量の酸と反応させて生じた混合物は、リン肥料（リン酸肥料）になる。
- ④ 化学肥料を過剰に施すと植物の生長が阻害されやすく、河川や湖沼の富栄養化を起こしやすい。
- ⑤ 窒素肥料には、水素と窒素からハーバー・ボッシュ法により合成されたアンモニアを酸で中和したアンモニウム塩がある。
- ⑥ 窒素肥料に含まれる硝酸塩は、タンパク質、核酸の塩基、一部の脂質の構成成分になる。
- ⑦ 消石灰と硫酸との複合肥料は、一度に多成分を供給できる。
- ⑧ カリウムは植物体中の糖類やタンパク質の合成に関与する。

問 5 鎖状のアルケンに関する (a) ~ (c) の間に答えなさい。

- (a) 炭素原子 5 個からなるアルケンの異性体は幾何異性体を含めて全部で、 個ある。
- (b) 炭素原子がすべて平面上にある化合物の炭素原子数は最大で、 個である。
- (c) 炭素原子 4 個の異性体のうち、臭素付加により不斉炭素原子を 1 つ生じる異性体は、 個である。

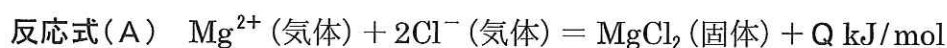
< ~ の解答群 >

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |

2 次の問 1 と問 2 に答えなさい。

問 1 濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液 40.0 mL を中和するのに 0.100 mol/L シュウ酸水溶液 48.0 mL を要した。この水酸化ナトリウム水溶液 75.0 mL を採取して 0.150 mol/L の濃度にした。そのときに必要な蒸留水の体積は、 . mL である。0.150 mol/L に調製した水酸化ナトリウム水溶液 20.0 mL と 0.900 mol/L 酢酸水溶液 20.0 mL の混合溶液の pH は、 . である。

問 2 次の (a) ~ (f) のデータを用いて、反応式(A)の反応熱 Q を求めると、 . $\times 10^3$ kJ/mol となる。



- (a) Cl-Cl の結合エネルギーは 239 kJ/mol である。
- (b) 固体の Mg と気体の Cl_2 から 1 mol の固体の MgCl_2 が生成する反応熱は、641 kJ/mol である。
- (c) 気体の H_2 と気体の Cl_2 から 1 mol の気体の HCl が生成する反応熱は、92.5 kJ/mol である。
- (d) 固体の Mg の昇華熱は 148 kJ/mol である。
- (e) 気体の Mg から気体の Mg^{2+} へのイオン化エネルギーは 2.19×10^3 kJ/mol である。
- (f) 気体の Cl の電子親和力は 349 kJ/mol である。

ただし、 は十の位を、 , , は一の位を、 , , は小数第一位を、 は小数第二位を示すものとする。同じ記号を何度選んでもよい。またその桁が存在しない場合は、0 をマークしなさい。

例 質量が 5.3 g の場合、 .3 g であるので 00 をマークする。

< ~ の解答群 >

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |

3 A～Gの7種類の水溶液から2種類選んで混合したところ、以下のような反応が生じた。

- 〔反応1〕 AとBを混ぜたら、赤橙色が緑色になりO₂が発生した。
- 〔反応2〕 BとCを混ぜたら、褐色になった。
- 〔反応3〕 BとDを混ぜたら、赤紫色が消失しO₂が発生した。
- 〔反応4〕 DとEを混ぜたら、赤紫色が消失しCO₂が発生した。
- 〔反応5〕 DとFを混ぜたら、赤紫色が消失し、気体は発生しなかった。
- 〔反応6〕 FとGを混ぜたら、濁った。
- 〔反応7〕 BとGを混ぜたら、濁った。

問1 A～Gに相当する水溶液を解答群から選びなさい。

	A	B	C	D	E	F	G
水溶液	20	21	22	23	24	25	26

< 20 ～ 26 の解答群 >

- ① ヨウ化カリウム水溶液 (硫酸酸性)
- ② シュウ酸水溶液
- ③ ニクロム酸カリウム水溶液 (硫酸酸性)
- ④ 二酸化硫黄水溶液
- ⑤ 硫化水素水溶液
- ⑥ 過酸化水素水溶液
- ⑦ 過マンガン酸カリウム水溶液 (硫酸酸性)

問2 上記の〔反応1〕～〔反応7〕において、酸化剤として作用する水溶液の組み合わせで正しいのは、27である。

	反応1	反応2	反応3	反応4	反応5	反応6	反応7
①	A	B	B	D	F	G	B
②	A	B	D	D	D	F	B
③	A	C	B	E	F	G	G
④	A	C	D	E	D	F	G
⑤	B	B	B	D	F	G	G
⑥	B	B	D	D	D	F	G
⑦	B	C	B	E	F	G	B
⑧	B	C	D	E	D	F	B

4 次の文を読んで問1～問6に答えなさい。

炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物Aがある。化合物A 31.2 mgを完全に燃焼したところ、二酸化炭素 79.2 mgと水 21.6 mgが得られた。また、化合物Aの分子量を測定したところ208であった。化合物Aをアルコールに溶解し、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱して反応させ、ある処理により生成物を分離すると、化合物Bと化合物Cが得られた。化合物Bの水溶液を炭酸水素ナトリウム水溶液と混合すると二酸化炭素が発生し、また、化合物Bの水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を滴下すると赤紫色となった。一方、化合物Cは枝分かれした炭素間の結合をもち、穏やかに酸化すると化合物Cより分子量が少なく還元性をもたない化合物Dが生成した。

問1 下線部の分離法として最も適切なのは、28である。

- ① 反応溶液を十分に酸性にしたのち、クロロホルムを加えて十分に混合して静置し、下層を採取すると大部分の化合物Bのみが得られる。
- ② 反応溶液を十分に酸性にしたのち、クロロホルムを加えて十分に混合して静置し、上層を採取すると大部分の化合物Bのみが得られる。
- ③ 反応溶液を十分に酸性にしたのち、エーテルを加えて十分に混合して静置し、下層を採取すると大部分の化合物Bのみが得られる。
- ④ 反応溶液を十分に酸性にしたのち、エーテルを加えて十分に混合して静置し、上層を採取すると大部分の化合物Cのみが得られる。
- ⑤ 反応溶液を十分に酸性にしたのち、エーテルを加えて十分に混合して静置し、下層を採取すると大部分の化合物Cのみが得られる。
- ⑥ 反応溶液に、クロロホルムを加えて十分に混合して静置し、下層を採取すると大部分の化合物Bのみが得られる。
- ⑦ 反応溶液に、クロロホルムを加えて十分に混合して静置し、上層を採取して酸性にすると大部分の化合物Bのみが得られる。
- ⑧ 反応溶液に、クロロホルムを加えて十分に混合して静置し、上層を採取すると大部分の化合物Cのみが得られる。
- ⑨ 反応溶液に、エーテルを加えて十分に混合して静置し、上層を採取すると大部分の化合物Bのみが得られる。
- ⑩ 反応溶液に、エーテルを加えて十分に混合して静置し、下層を採取すると大部分の化合物Cのみが得られる。

問 2 化合物Aの分子式は、 $C_{\boxed{29}\boxed{30}}H_{\boxed{31}\boxed{32}}O_{\boxed{33}}$ となる。 $\boxed{29}$ と $\boxed{31}$ は十の位を、 $\boxed{30}$ 、 $\boxed{32}$ 、 $\boxed{33}$ は一の位を示すものとする。また、同じ記号を何度選んでもよい。

問 3 化合物Bの異性体でベンゼン環に直接結合したヒドロキシ(ル)基とアルデヒド基をもつ異性体は、 $\boxed{34}$ 個ある。

問 4 化合物Bをアセチル化すると、その分子量は、 $\boxed{35}\boxed{36}\boxed{37}$ となる。 $\boxed{35}$ は百の位を、 $\boxed{36}$ は十の位を、 $\boxed{37}$ は一の位を示すものとする。また、同じ記号を何度選んでもよい。

問 5 化合物Cとして考えられる構造式は、 $\boxed{38}$ 個ある。

< $\boxed{29}$ ~ $\boxed{38}$ の解答群 >

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |

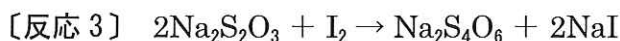
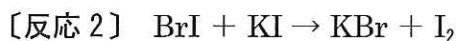
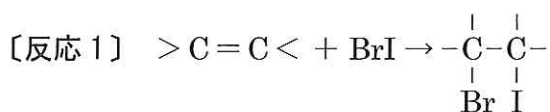
問 6 化合物Dの性質として正しいのは、 $\boxed{39}$ である。

- ① 水酸化ナトリウムにより塩基性とした酒石酸ナトリウムカリウム水溶液と、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を使用直前に混ぜた溶液を加えて加熱すると、橙赤色の沈殿が生じる。
- ② 分子内に不斉炭素原子をもつ。
- ③ ナトリウムと反応させると、ナトリウムを含む有機化合物と気体が生成する。
- ④ エチルアルコールとパルミチン酸から、水分子がとれて縮合した化合物と同じ官能基をもつ。
- ⑤ ヨウ素を加えて水酸化ナトリウム水溶液と反応させると黄色沈殿が生じる。
- ⑥ 0.400 mol/Lの水溶液 10.0 mLを中和するには、0.200 mol/Lの水酸化ナトリウム溶液が 20.0 mL必要である。
- ⑦ 臭素水と混ぜると、反応して無色の溶液になる。
- ⑧ 2分子のアルコールから、水分子がとれて縮合した化合物と同じ官能基をもつ。

5 トリグリセリドに関する[実験Ⅰ]、[実験Ⅱ]の文章を読んで、問1～問4に答えなさい。

[実験Ⅰ] あるトリグリセリド(油脂)の混合物を熱エチルアルコール中で、水酸化ナトリウム水溶液により完全に加水分解した反応溶液から、脂肪酸を抽出した。得られた脂肪酸を分離すると飽和脂肪酸Aと不飽和脂肪酸Bが物質質量比(mol/mol)でほぼ1:1の割合で得られた。脂肪酸A 3.99 gと脂肪酸B 3.98 gをそれぞれベンゼン50.00 gに溶解してその凝固点降下度を測定すると、脂肪酸Aでは1.44℃、脂肪酸Bでは1.34℃であった。ただし、脂肪酸Aと脂肪酸Bはこの条件下で電離せず、不揮発性とみなしてよい。また、凝固点以上では溶質分子どうしの反応や結合が起こらず、完全に溶解しているものとする。

[実験Ⅱ] 脂肪酸Bにハロゲン原子が付加する量を以下の方法で測定した。脂肪酸B 0.1150 gを共栓フラスコに入れ、シクロヘキサン10.00 mLを加えて溶解し、さらに臭化ヨウ素(BrI)の酢酸溶液25.00 mLを正確に加えて遮光してよく混合し、密栓して1時間放置して反応させた[反応1]。次に、臭化ヨウ素に対して過剰になるように、1.000 mol/Lのヨウ化カリウム水溶液30.00 mLを加えてよく振り混ぜ、残存する臭化ヨウ素からヨウ素を完全に遊離させた[反応2]。さらに蒸留水100.0 mLを加えてヨウ素を、0.2000 mol/Lのチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定すると、7.88 mLであった[反応3]。脂肪酸Bを加えないで同一方法で対照実験をすると、チオ硫酸ナトリウム水溶液の滴下量は23.01 mLであった。



問1 脂肪酸Aと脂肪酸Bの分子量はそれぞれ、40と41である。

< 40 ~ 41 の解答群 >

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 276 | ② 278 | ③ 280 | ④ 282 | ⑤ 284 |
| ⑥ 304 | ⑦ 308 | ⑧ 312 | ⑨ 316 | ⑩ 320 |

問 2 [実験Ⅱ]のチオ硫酸ナトリウム水溶液による滴定において、反応の終点を知る最適の方法は、 を指示薬とすることである。

< の解答群 >

- ① フェノールフタレイン ② メチルオレンジ ③ メチレンブルー
 ④ フェーリング液 ⑤ 硝酸銀 ⑥ デンプン ⑦ H₂O₂

問 3 脂肪酸B分子の炭素原子数を偶数とすると、脂肪酸Bの物質量 $4.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ に付加するヨウ素は最大で、 . g であり、脂肪酸B分子内に二重結合は、 個存在する。

問 4 脂肪酸Aと脂肪酸Bが成分としてほぼ1:1で存在するトリグリセリド混合物には、光学異性体どうしを区別して考えると理論上、 種類のトリグリセリドが存在する可能性がある。その中で光学異性体どうしの関係にあるものは、 対ある。理論上存在すると考えられるトリグリセリド混合物の中で、2番目に大きな分子量をもつトリグリセリド分子に二重結合は、 個存在する。

ただし、 , は十の位を、 , は一の位を、 は小数第一位を示すものとする。また、その桁が存在しない場合は、0をマークしなさい。同じ記号を何度選んでもよい。

例 質量が5.3gの場合、 .3g であるので 0 5 をマークする。

< ~ の解答群 >

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

6 次の間に答えなさい。

体心立方格子の構造をとる、ある金属の質量は、体積が $V[\text{cm}^3]$ のとき $W[\text{g}]$ である。この体心立方格子の一辺を $a[\text{cm}]$ とすると、この金属の原子量 A は、51で示され、その密度は、52 $[\text{g}/\text{cm}^3]$ で示される。また各金属原子の配位数は、53である。この金属はある温度から数度温度が上昇すると体心立方格子から面心立方格子の結晶型に変換する。この変化で、面心立方格子の結晶の体積は体心立方格子の結晶の体積の、54・5556倍になる。ただし、温度上昇による体積の膨張を無視するものとし、金属原子の半径はこの温度変化の範囲内で変化しないものとする。また、アボガドロ定数を N_A とする。54は一の位を、55は小数第一位を、56は小数第二位を示すものとする。同じ記号を何度選んでもよい。

< 51 の解答群 >

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{a^3 V N_A}{2W}$ | ② $\frac{a^3 V N_A}{3W}$ | ③ $\frac{a^3 W N_A}{2V}$ |
| ④ $\frac{a^3 W N_A}{3V}$ | ⑤ $\frac{W N_A}{2a^3 V}$ | ⑥ $\frac{W N_A}{3a^3 V}$ |
| ⑦ $\frac{V N_A}{2a^3 W}$ | ⑧ $\frac{V N_A}{3a^3 W}$ | ⑨ $\frac{V N_A}{4a^3 W}$ |

< 52 の解答群 >

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① $\frac{a^3 A}{2N_A}$ | ② $\frac{a^3 A}{3N_A}$ | ③ $\frac{a^3 A}{4N_A}$ |
| ④ $\frac{A}{2a^3 N_A}$ | ⑤ $\frac{A}{3a^3 N_A}$ | ⑥ $\frac{A}{4a^3 N_A}$ |
| ⑦ $\frac{2A}{a^3 N_A}$ | ⑧ $\frac{3A}{a^3 N_A}$ | ⑨ $\frac{4A}{a^3 N_A}$ |

< 53 ~ 56 の解答群 >

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |