

理 科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1～12	4 問
化学	13～27	4 問
生物	28～40	5 問

注 意 事 項

1. この問題冊子は全部で40ページである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出ること。
2. 下表により1科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理，化学から1科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理，化学，生物から1科目選択

3. 解答には黒鉛筆を用い，ボールペン，色鉛筆，万年筆などを使用してはならない。
4. 解答用紙は共通でマーク式解答用紙1枚である。
5. 解答用紙の指定欄に座席番号（数字），氏名を記入し，さらに，座席番号と解答する科目名をマークすること。
解答は，例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は，次の（例）のように，解答番号 60 の解答欄の ⑤ のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

（例）

60	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6. 誤ってマークした場合は，消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
7. 一つの解答欄に二つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
8. マーク式解答用紙は，折り曲げたり，破ったり，汚したりしないこと。
9. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。

化 学

解答に必要なときは、次の数値を用いなさい。また、気体はすべて理想気体とする。

原子量 H = 1.00 C = 12.0 O = 16.0 Na = 23.0 Cl = 35.5

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

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

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

標準状態 (0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) では、気体 1 mol の体積は、22.4 L とする。

1 L = 1 ℓ = 1 dm³ 1 mL = 1 mℓ = 1 cm³

1 次の文を読んで以下の問い (問 1~5) に答えなさい。

試験管に純溶媒 (水) を入れ、ゆっくり冷却して、試験管内の温度と時間の関係を調べると図 1 の (a) のようになり、B から C 点のように、0 °C の凝固点以下になっても液体状態を保つことがある。この現象を という。C 点で を脱して急激に結晶を析出し始める。この時、多量の が発生し、一時的に温度が D 点まで上昇する。D から E 点では吸熱量と発熱量が釣り合い、温度が一定に保たれる。E 点で溶媒が全て凝固すると の発生が止むのでそれ以降、温度は一定の割合で低下していく。

次に (i) 100 g の水に非電解質のショ糖 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ を 6.84 g 全て溶かして 20 °C の溶液を試験管内に調製した。この溶液の冷却曲線は図 1 の (b) のようになる。この場合も から結晶が析出し始める。しかし、純溶媒 (水) と異なり、D' から E' 点ではゆっくりと温度が下がっていく。これは、溶液の凝固では、[ア] だけが先に凝固していくので、凝固が進むにつれて、残った溶液の濃度が次第に [イ] していくからである。また、この溶液の凝固点は、 がなく理想的に凝固が始まったとみなせる温度であり、 となる。

イオン結晶などの電解質の希薄溶液でも、凝固点降下度は溶液中の溶質粒子の質量モル濃度に [ウ] する。例えば、0.200 mol/kg の NaCl 水溶液では、 $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ のように 100% 電離すると考えてよいので、 Na^+ と Cl^- の溶質粒子の質量モル濃度の合計は 0.400 mol/kg となる。そのため、凝固点降下度は同じ質量モル濃度の非電解質を溶かした時よりも [エ]。

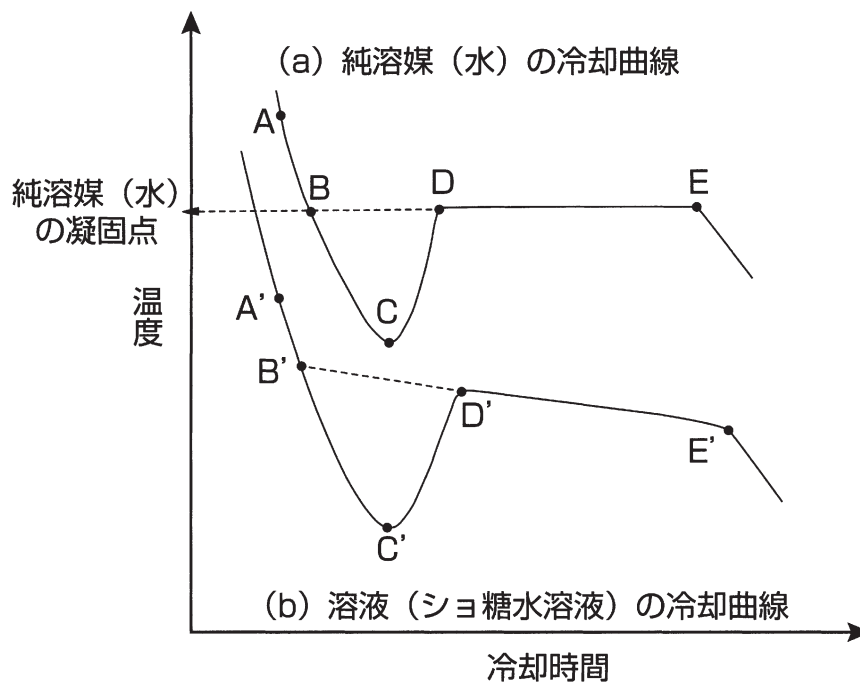


図1 純溶媒 (水) と溶液 (シヨ糖水溶液) の冷却曲線

問1. ~ にあてはまる語句を解答群から選びなさい。

[1の解答群]

- ① 励起状態 ② 過飽和 ③ 緩衝作用 ④ 浸透 ⑤ 塩析
 ⑥ 凝析 ⑦ 結晶化 ⑧ 過冷却 ⑨ 不動態

[2の解答群]

- ① 溶解熱 ② 融解熱 ③ 凝縮熱 ④ 蒸発熱 ⑤ 昇華熱
 ⑥ 生成熱 ⑦ 中和熱 ⑧ 燃焼熱 ⑨ 凝固熱

[3, 4の解答群]

- ① 点A' ② 点B' ③ 点C' ④ 点D' ⑤ 点E'

問2. [ア]～[エ]にあてはまる語句の正しい組み合わせを解答群から選びなさい。

5

[解答群]

	[ア]	[イ]	[ウ]	[エ]
①	水	増加	比例	大きくなる
②	水	減少	比例	大きくなる
③	水	増加	反比例	大きくなる
④	水	増加	比例	小さくなる
⑤	ショ糖	増加	比例	大きくなる
⑥	ショ糖	減少	比例	大きくなる
⑦	ショ糖	増加	反比例	大きくなる
⑧	ショ糖	増加	比例	小さくなる

問3. 下線 (I) の溶液の質量パーセント濃度 [%], 質量モル濃度 [mol/kg], モル濃度 [mol/L] の値をそれぞれ解答群から選びなさい。ただし, この水溶液の密度を 1.02 g/cm^3 とする。

質量パーセント濃度 6 %
 質量モル濃度 7 mol/kg
 モル濃度 8 mol/L

[解答群]

- ① 0.191 ② 0.200 ③ 0.382 ④ 0.400 ⑤ 6.40
 ⑥ 6.84 ⑦ 12.8 ⑧ 13.7

問 4. 下線 (I) の溶液の凝固点 [°C] の値を解答群から選びなさい。ただし、溶媒 (純水) のモル凝固点降下度を $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とする。 °C

[解答群]

- ① -0.370 ② -0.740 ③ -1.11 ④ -1.48 ⑤ -1.85

問 5. 質量モル濃度が $0.200 \text{ mol}/\text{kg}$ の NaCl 水溶液の凝固点 [°C] として予測される値を解答群から選びなさい。 °C

[解答群]

- ① -0.370 ② -0.740 ③ -1.11 ④ -1.48 ⑤ -1.85

2 次の各問の 内に最も適する語句や数値を解答群より選びなさい。
(繰り返し選んでもよい。)

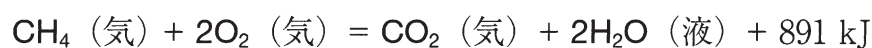
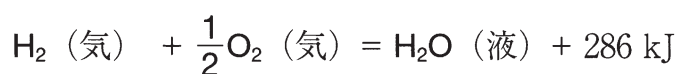
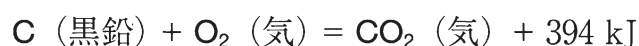
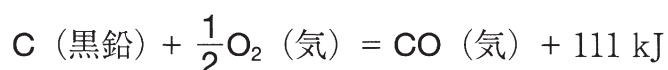
問1. 化学反応は一般に熱の出入りを伴う。熱を発生する反応を 11 , 熱を吸収する反応を 12 という。化学反応において出入りする熱を 13 といい, 14 がもつエネルギーの総和と, 15 がもつエネルギーの総和の差が 13 になる。

11 では, 14 のエネルギーの総和 > 15 のエネルギーの総和となりエネルギーが放出され, 12 では, 14 のエネルギーの総和 < 15 のエネルギーの総和となりエネルギーが吸収される。

[11~15の解答群]

- ① 生成物 ② 反応熱 ③ 中和熱 ④ 吸熱反応 ⑤ 燃焼熱
⑥ 発熱反応 ⑦ 温度 ⑧ 溶解熱 ⑨ 単体 ⑩ 反応物

問2. 熱化学方程式とは化学反応式の右辺に反応熱を記し, 左辺と右辺を等号で結んだ式である。次の熱化学方程式を用いて問いに答えなさい。



(1) メタンの生成熱 [kJ/mol] を求めなさい。 16 kJ/mol

[解答群]

- ① 55 ② 65 ③ 75 ④ 85 ⑤ 95

(2) 黒鉛 1 g が完全燃焼するとき、放出される熱量 [kJ] を求めなさい。

17 kJ

[解答群]

- ① 394 ② 287 ③ 66 ④ 48 ⑤ 33 ⑥ 24

(3) 一酸化炭素の燃焼熱 [kJ/mol] を求めなさい。 18 kJ/mol

[解答群]

- ① 111 ② 222 ③ 283 ④ 505 ⑤ 566 ⑥ 1010

(4) 標準状態で水素 H_2 と一酸化炭素 CO とメタン CH_4 の 3 物質あわせて 1.0 mol の混合気体がある。これを十分な酸素存在下で完全燃焼させたところ、水 H_2O 0.40 mol と二酸化炭素 CO_2 0.80 mol が生じた。混合気体中の各物質の物質量を求めるため次のように考えた。

H_2 1.0 mol を完全燃焼させると H_2O 19 mol が生成する。 CO 1.0 mol を完全燃焼させると CO_2 20 mol が生成する。 CH_4 1.0 mol を完全燃焼させると CO_2 21 mol と H_2O 22 mol が生成する。反応前の混合気体の全物質量は 1.0 mol であるので反応前の H_2 を x [mol]、 CO を y [mol] とすると、 CH_4 は 23 mol とあらわされる。生成した H_2O の物質量については式 (A) が、生成した CO_2 の物質量については式 (B) が成り立つ。

$$0.40 = 19 \times x + 22 \times 23 \quad (\text{A})$$

$$0.80 = 20 \times y + 21 \times 23 \quad (\text{B})$$

(A)、(B) 式を解き、反応前の混合気体の各物質の物質量は、 H_2 24 mol、 CO 25 mol、 CH_4 26 mol と求められる。

[19~22 の解答群]

- ① 0.50 ② 1.0 ③ 1.5 ④ 2.0 ⑤ 2.5 ⑥ 3.0

[23 の解答群]

- ① $1.0 - (x + y)$ ② $1.0 - x$ ③ $1.0 - y$ ④ $2.0 - (x + y)$
⑤ $2.0 - x$ ⑥ $2.0 - y$

[24~26 の解答群]

- ① 0.10 ② 0.20 ③ 0.30 ④ 0.40 ⑤ 0.50 ⑥ 0.60
⑦ 0.70 ⑧ 0.80 ⑨ 0.90

(5) (4)の混合気体を完全燃焼させたときに発生する熱量 [kJ] を求めなさい。

27

 kJ

[解答群]

- ① 304 ② 314 ③ 324 ④ 334 ⑤ 344 ⑥ 354

3 次の文を読んで以下の問い（問1～12）に答えなさい。

14族元素には、原子番号順に炭素、ケイ素、ゲルマニウム、スズ、鉛がある。

炭素は有機化合物を構成する主要元素で、単体にはダイヤモンドなど複数の同素体が存在する。また、性質の異なる酸化物がある。

ケイ素は岩石を構成する主要元素でガラスにも含まれる。ゲルマニウムは28が周期表をつくった際、当時未発見の元素としてその性質を予言した元素で、のちに予言どおりに発見されたことで周期表への信頼を高めた。ケイ素とゲルマニウムの単体はどちらも29である。

スズと鉛はどちらも古くから利用されている30である。ただ、鉛は毒性があるために、最近の使用が制限されている。

問1. 28にあてはまる科学者の名前を解答群から選びなさい。

[解答群]

- ① ファラデー ② メンデレーエフ ③ ボイル ④ ドルトン
⑤ ラボアジエ

問2. 29 および 30 にあてはまる語句を解答群から選びなさい。

[29, 30の解答群]

- ① 半導体 ② 非金属 ③ 軽金属 ④ 遷移元素 ⑤ 両性金属

問3. 解答群の物質の中で、他と結晶の種類が異なるものを選びなさい。 31

[解答群]

- ① ダイヤモンド ② ケイ素 ③ ドライアイス ④ 二酸化ケイ素

問 4. 炭素の同素体ではないものを解答群から選びなさい。

32

[解答群]

- ① 黒鉛 ② カーボンナノチューブ ③ フラーレン ④ オゾン

問 5. 一酸化炭素に関する説明として正しくないものを解答群から選びなさい。

33

[解答群]

- ① 無色の有毒気体である。
② 水に溶けにくい。
③ ギ酸に濃硫酸を加えて加熱すると発生する。
④ ホタル石に濃硫酸を加えて加熱すると発生する。
⑤ 還元作用が強く、鉄の製錬などに利用される。
⑥ 空气中で淡青色の炎を出して燃焼する。

問 6. 二酸化ケイ素に関する説明として正しくないものを解答群から選びなさい。

34

[解答群]

- ① 電気をよく通す。
② 自然界にも、ケイ砂、石英、水晶として存在する。
③ 塩酸には溶けないが、フッ化水素酸には溶ける。
④ 融点が高く硬い。
⑤ 炭酸ナトリウムや水酸化ナトリウムなどの塩基と反応する。
⑥ ケイ酸 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ を乾燥させた物質は、表面に無数の穴があるので表面積が極めて大きく、吸着作用がある。

問7. 次のA～Cの説明とガラスの名称について正しい組み合わせを解答群から選びなさい。 35

- (A) 光の屈折率が大きく、光学ガラスやクリスタルガラスに用いられる。
- (B) 安価で窓やびんなどのガラス容器に使用される。
- (C) 通信用の光ファイバーに利用されている。

[解答群]

	A	B	C
①	ソーダ石灰ガラス	鉛ガラス	石英ガラス
②	ソーダ石灰ガラス	石英ガラス	鉛ガラス
③	鉛ガラス	ソーダ石灰ガラス	石英ガラス
④	鉛ガラス	石英ガラス	ソーダ石灰ガラス
⑤	石英ガラス	ソーダ石灰ガラス	鉛ガラス
⑥	石英ガラス	鉛ガラス	ソーダ石灰ガラス

問8. スズについての説明として正しくないものを解答群から選びなさい。

36

[解答群]

- ① 単体はきれいな光沢があり、展性・延性に優れている。
- ② 融点が低いので、合金のハンダに利用されている。
- ③ イオン化傾向は水素よりも大きい。
- ④ 銅との合金が青銅で、融点が低く、ブロンズ像などに利用される。
- ⑤ 鋼板にメッキしたものがトタンで、さびにくい。

問9. ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加えて加熱するとアニリン塩酸塩を生じる。このときのスズの役割を解答群から選びなさい。 37

[解答群]

- ① 酸化剤
- ② 還元剤
- ③ 触媒
- ④ 中和剤

問 10. 鉛の用途についての説明で正しくないものを解答群から選びなさい。

38

[解答群]

- ① 蓄電池（バッテリー）の電極として利用されている。
- ② 放射線の遮蔽材^{しやへい}として利用されている。
- ③ 加工が容易なので古代ローマの頃から水道管に利用されていた。
- ④ アマルガムとして貴金属との合金をつくるのに利用された。

問 11. 鉛の反応についての説明で正しくないものを解答群から選びなさい。

39

[解答群]

- ① 塩酸との反応では水に不溶な塩化鉛（Ⅱ）を生じるので反応が進まない。
- ② 希硫酸との反応では水に不溶な硫酸鉛（Ⅱ）を生じるので反応が進まない。
- ③ 希硝酸との反応では水に不溶な硝酸鉛（Ⅱ）を生じるので反応が進まない。
- ④ 過剰な水酸化ナトリウム水溶液との反応では錯イオンをつくり溶ける。

問 12. 硫黄を含むタンパク質の水溶液に水酸化ナトリウムを加えて加熱し酢酸鉛（Ⅱ）水溶液を加えると何色に変色するか。解答群から選びなさい。

40

[解答群]

- ① 白色 ② 黒色 ③ 赤色 ④ 紫色 ⑤ 青色

4 次の問い（問1～7）に答えなさい。

問1. 有機化合物に関する記述として誤りを含むものを解答群から選びなさい。

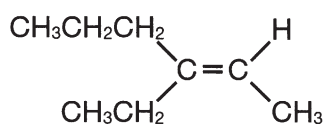
41

[解答群]

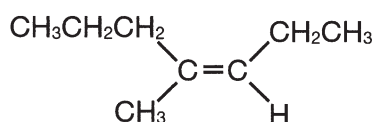
- ① ベンゼンの炭素原子間の結合距離は、エチレン（エテン）の炭素原子間の結合距離よりも短い。
- ② エチレン（エテン）は、ベンゼンに比べて付加反応を起こしやすい。
- ③ エタノールは、単体のナトリウムと反応して水素を生じる。
- ④ 酢酸は、フェノールよりも強い酸である。
- ⑤ アニリン塩酸塩の水溶液は、酸性を示す。

問2. 次のアルケンア～ウは、互いに構造異性体の関係にある。これらのアルケンのうち、二重結合に水素を付加した生成物が不斉炭素原子をもつものはどれか。正しく選択しているものを解答群から選びなさい。

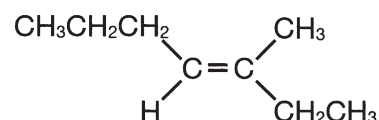
42



ア



イ



ウ

[解答群]

- ① アのみ
- ② イのみ
- ③ ウのみ
- ④ アとイ
- ⑤ アとウ
- ⑥ イとウ
- ⑦ アとイとウ

問 3. ある 1 価の第一級アルコールを濃硫酸とともに加熱し、脱水縮合した化合物 A を得た。この化合物 A を一定量取り、完全燃焼させたところ、132 mg の二酸化炭素と 63 mg の水が生成した。化合物 A として最も適当なものを解答群から選びなさい。 43

[解答群]

- ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
③ $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ ④ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
⑤ $(\text{CH}_3)_2\text{CHOCH}(\text{CH}_3)_2$ ⑥ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

問 4. 3 種類の芳香族化合物の混合物を分離するために次の操作 I ~ III を行った。

操作 I 分液漏斗に混合物のジエチルエーテル溶液と水酸化ナトリウム水溶液を入れ、よく振り混ぜた後、しばらく静置すると、上層 A と下層 B に分かれた。次に、上層 A を残し下層 B を取り出した。

操作 II 操作 I で上層 A を残した分液漏斗に十分な量の塩酸を加え、よく振り混ぜた後、しばらく静置すると、上層 C と下層 D に分かれた。

操作 III 操作 I で取り出した下層 B に塩酸を加え、よくかき混ぜた後、弱酸性になったことを確認した。次いで十分な量の NaHCO_3 水溶液を加え、よくかき混ぜた後、分液漏斗に入れた。次にジエチルエーテルを加え、よく振り混ぜた後、しばらく静置すると、上層 E と下層 F に分かれた。

(1) 3 種類の化合物がアニリン、安息香酸、フェノールるとき、下層 D, 上層 E, 下層 F のそれぞれに主成分として含まれている化合物として最も適当なものを、解答群からそれぞれ選びなさい。ただし、各層に含まれる化合物は、塩として存在することもある。

下層 D 44, 上層 E 45, 下層 F 46

[44~46 の解答群]

- ① アニリン ② 安息香酸 ③ フェノール

- (2) 操作Ⅰ～Ⅲでは一つずつに分離できない3種類の化合物の組み合わせを解答群から選びなさい。 47

[解答群]

- ① 安息香酸, トルエン, フェノール
- ② 安息香酸, サリチル酸, トルエン
- ③ アニリン, サリチル酸, トルエン
- ④ アニリン, ニトロベンゼン, フェノール
- ⑤ アニリン, 安息香酸, ニトロベンゼン

- 問5. 繊維に関する記述として誤りを含むものを解答群から選びなさい。

48

[解答群]

- ① アクリル繊維の主な原料は, アクリロニトリルである。
- ② 綿の主成分は, 多糖のアミロースである。
- ③ ポリプロピレンは, 合成繊維としても利用される。
- ④ セルロースの再生繊維は, レーヨンと呼ばれる。

- 問6. 身近な高分子化合物に関する記述として下線部に誤りを含むものを解答群から選びなさい。 49

[解答群]

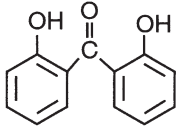
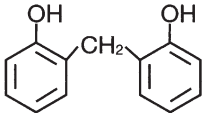
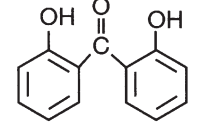
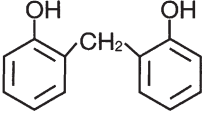
- ① 生ゴム (天然ゴム) は, 空気中で二重結合の部分が酸化され, 弾性を徐々に失う。
- ② 人体内ではたらく酵素の中には, 最適 pH が中性付近でないものがある。
- ③ 水族館の水槽やプラスチックレンズに用いられるポリメタクリル酸メチルは, 付加重合によって生成する。
- ④ ポリ袋に用いられる低密度ポリエチレンは, ポリ容器に用いられる高密度ポリエチレンより結晶部分が多い。

問7. フェノール樹脂に関する次の文章中の空欄 [ア]～[ウ] にあてはまる語および構造式の組み合わせとして最も適当なものを，解答群から選びなさい。

50

フェノール樹脂の合成では，酸を触媒としてフェノールとホルムアルデヒドを反応させると，まず [ア] 反応により化合物 A ($C_7H_8O_2$) が生成し，化合物 A はさらにもう一分子のフェノールと [イ] 反応を起こす。このとき生成する化合物のうち，主成分の構造式は [ウ] である。このような [ア] 反応と [イ] 反応を繰り返すことにより，三次元網目状のフェノール樹脂が生成する。

[解答群]

	[ア]	[イ]	[ウ]
①	縮合	付加	
②	縮合	付加	
③	付加	縮合	
④	付加	縮合	

(化学問題終わり)