

平成 28 年度  
標準テスト問題

工業化学

試験時間 50分

注 意 事 項

1. 「用意」の合図があったら、問題用紙の最後についている解答用紙を切り離して、学年、組、番号および氏名を記入しなさい。
2. 「始め」の合図があったら、問題が **1** から **5** までであることを確認した後、始めなさい。
3. 答は、それぞれの解答群から選び、該当する記号を解答用紙の欄に一つずつ記入しなさい。
4. 電卓、ポケコンは必要に応じて使用しなさい。
5. 試験終了後、試験問題および解答用紙を提出しなさい。

|        |  |   |  |        |  |        |  |
|--------|--|---|--|--------|--|--------|--|
| 学<br>年 |  | 組 |  | 番<br>号 |  | 氏<br>名 |  |
|--------|--|---|--|--------|--|--------|--|

公益社団法人 全国工業高等学校長協会

[注意] 必要があれば次の原子量を用いなさい。

H=1.0 C=12.0 N=14.0 O=16.0 F=19.0 Na=23.0 S=32.1 Cl=35.5 Ca=40.1 Cu=63.5

1 次問の正しい答を〔 〕内から選び、記号で答えなさい。

[1] ナトリウムイオン $\text{Na}^+$ の最外殻電子の数は、[ア. 1個 イ. 7個 ウ. 8個]である。

[2] ドライアイスやナフタレンなどが、常温・常圧のもとで、液体の状態を経ずに直接気体になることを、[ア. 凝固 イ. 昇華 ウ. 融解]という。

[3] 硫酸カルシウム  $\text{CaSO}_4$  の式量は、[ア. 136.2 イ. 232.5 ウ. 352.8]である。

[4] アンモニアの窒素原子には結合に関わっていない非共有電子対があり、この電子対の働きでアンモニアは水素イオンと結合してアンモニウムイオンになる。このように、共有される電子が2個とも一方の原子から提供される化学結合を、[ア. イオン結合 イ. 金属結合 ウ. 配位結合]という。

[5] 次の金属の並びで、イオン化傾向の大小の順が正しいものを選びなさい。

[ア.  $\text{Ag} > \text{Ca} > \text{Cu}$  イ.  $\text{Na} > \text{Ni} > \text{Pt}$  ウ.  $\text{Pb} > \text{Zn} > \text{Sn}$ ]

[6] アルカリ金属やアルカリ土類金属およびその化合物を酸化炭素中で加熱すると、炭にその元素固有の色がつく。これを炭色反応といい、元素の確認に利用されている。例えば、ストロンチウムの炭色反応の色は、[ア. 深赤色 イ. 淡青色 ウ. 緑色]である。

[7] 17族元素は、[ア. アルカリ金属 イ. 希ガス ウ. ハロゲン]と呼ばれ、反応性に富み、単体では天然に存在しない。

[8] コロイド溶液に少量の電解質を加えると、コロイド粒子が反発力を失い、集まって沈殿を生ずる。このようなコロイドを、[ア. 親水コロイド イ. 疎水コロイド ウ. 保護コロイド]という。

[9] 地球の地殻中に存在する元素の割合では、酸素が46.6%と最も多く、次に多い元素は、[ア. Al イ. Fe ウ. Si]である。

[10] 化学反応の前後で、それ自体は分解したり他の物質に変わったりしないで、反応を促進したり、抑制したりする働きをする物質を、[ア. 還元剤 イ. 触媒 ウ. 冷媒]という。

2 次の問の正しい答を〔 〕内から選び、記号で答えなさい。

〔1〕 銅の結晶格子は、面心立方格子である。この単位格子の一辺の長さが  $3.6 \times 10^{-8} \text{cm}$  であるとき、アボガドロ定数を  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$  とすると、密度は〔ア. 9.1 イ. 13.6 ウ. 18.2〕  $\text{g/cm}^3$  である。

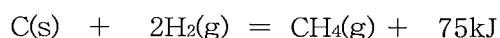
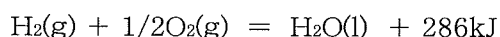
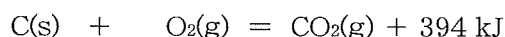
〔2〕  $0.001 \text{mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液がある。この水酸化ナトリウム水溶液の電離度を1.0 とすると、pH は〔ア. 3 イ. 7 ウ. 11〕 である。

〔3〕 硫酸銅(Ⅱ)水溶液を、陽極、陰極ともに Pt 板を電極に用いて電気分解を行った。このとき陽極に生ずる物質は、〔ア. Cu イ.  $\text{O}_2$  ウ.  $\text{SO}_2$ 〕 である。

〔4〕 塩化ナトリウム水溶液に  $0.10 \text{A}$  の電流を1時間通じたとき、流れた電気量は、〔ア. 6C イ. 60C ウ. 360C〕 である。

〔5〕 液体窒素  $100 \text{g}$  を気化させて、 $27^\circ\text{C}$ 、 $101.3 \text{kPa}$  にした。気体定数を  $8.31 \text{Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{mol} \cdot \text{K})$  とすると、体積は〔ア. 44L イ. 88L ウ. 110L〕 になる。

〔6〕 次の熱化学方程式からメタン  $\text{CH}_4$  の燃焼熱を求めると、〔ア. 680 イ. 845 ウ. 891〕  $\text{kJ/mol}$  となる。



〔7〕  $0.15 \text{mol/L}$  の塩酸  $100 \text{mL}$  を中和するために必要な水酸化ナトリウムの質量は、〔ア. 0.60g イ. 3.0g ウ. 15g〕 である。

〔8〕 放射性核種の放射能は、時間の経過に伴って減少していく。ある放射性核種の原子核が最初の数の半分になるまでの時間を、〔ア. 壊変期 イ. 半減期 ウ. 崩壊期〕 という。

〔9〕  ${}^{238}_{92}\text{U}$  は、〔ア.  $\alpha$ 崩壊 イ.  $\beta$ 崩壊 ウ.  $\gamma$ 崩壊〕 によって  ${}^{234}_{90}\text{Th}$  になる。

〔10〕 酸素  $32 \text{kg}$  と水素  $18 \text{kg}$  を混合し、密閉容器に充填して全圧を  $120 \text{kPa}$  にした。このとき、酸素の分圧は、〔ア. 12kPa イ. 18kPa ウ. 24kPa〕 である。

3 次の問の正しい答を〔 〕内から選び、記号で答えなさい。

- [1] ベンゼン 100g 中に、ある有機化合物 2.20g を溶解したところ、ベンゼンの凝固点が 0.6K 下がった。ベンゼンのモル凝固点降下を  $5.12\text{K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$  とすると、この有機化合物の分子量は、〔ア. 94 イ. 188 ウ. 225〕である。
- [2] フェーリング液にホルムアルデヒドを加えて加熱すると、赤色の沈殿を生ずる。この沈殿は、〔ア.  $\text{CuO}$  イ.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  ウ.  $\text{Cu}_2\text{O}$ 〕である。
- [3] ベンゼンの置換基でオルト-パラ配向性を示す置換基は、〔ア.  $-\text{NH}_2$  イ.  $-\text{SO}_3\text{H}$  ウ.  $-\text{NO}_2$ 〕である。
- [4] ブテン  $\text{C}_4\text{H}_8$  には 3 種類の構造異性体が存在するが、このうち 2-ブテンには、〔ア. オルトとメタ イ. シス型とトランス型 ウ. L体とD体〕の異性体が存在する。
- [5] フェノールは工業的にはクメン法とよばれる方法で製造されている。この方法は、ベンゼンに触媒存在下、高圧で〔ア. プロピレン イ. プロピン ウ. ペンテン〕を置換させ、クメンを生成する過程を経てフェノールを合成する方法である。
- [6] ナイロン66は、ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の〔ア. 開環重合 イ. 縮合重合 ウ. 付加重合〕により製造される。
- [7]  $25^\circ\text{C}$ における Zn の標準電極電位は  $-0.76\text{V}$ 、Cu の標準電極電位は  $0.34\text{V}$  である。このとき、ダニエル電池の  $25^\circ\text{C}$ における起電力は、〔ア.  $0.42\text{V}$  イ.  $1.10\text{V}$  ウ.  $1.44\text{V}$ 〕である。ただし、ダニエル電池の  $\text{Zn}^{2+}$  及び  $\text{Cu}^{2+}$  の濃度はいずれも  $1\text{mol/L}$  とする。

[8] 下の図は硝酸カリウムの水に対する溶解度曲線である。次の問 (1) ~ (3) に答えなさい。ただし、グラフからの数値の読み取り誤差を考慮して、最も近い値を選択肢から選びなさい。

(1)  $60^\circ\text{C}$ の飽和硝酸カリウム水溶液の質量パーセント濃度は、

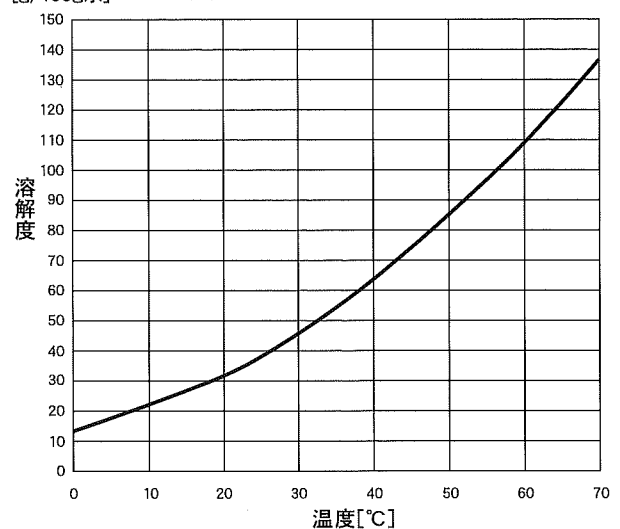
〔ア. 52.2% イ. 72.0% ウ. 91.7%〕である。

(2)  $60^\circ\text{C}$ の水 50g に硝酸カリウム 50g を溶解させたのち、この水溶液を  $10^\circ\text{C}$ に冷却すると、硝酸カリウムの結晶

〔ア. 39.0g イ. 43.5g ウ. 87.0g〕が析出する。

(3)  $20^\circ\text{C}$ の飽和硝酸カリウム水溶液 150g を  $50^\circ\text{C}$ に加熱すると、硝酸カリウムはさらに〔ア. 26.8g イ. 52.0g ウ. 60.2g〕溶解させることができる。

硝酸カリウムの溶解度曲線



- 4 キレート滴定によるカルシウムの定量実験について、次の問いの正しい答を〔 〕内から選び、記号で答えなさい。下記のAおよびBは、操作手順の概要である。EDTA・2Na・2H<sub>2</sub>Oの分子量は372.24とする。

**A 0.01mol/L-EDTA標準溶液の調製**

- (1) 粉末のEDTA・2Na・2H<sub>2</sub>Oを恒温乾燥器で80℃、5時間乾燥させたのち、デシケーター内で放冷した。
- (2) (1)のEDTA・2Na・2H<sub>2</sub>Oを1.0g前後はかりとり、正確に秤量した。
- (3) (2)のEDTA・2Na・2H<sub>2</sub>Oをビーカー内で少量の水で溶解し、250mLメスフラスコに移して正確に標線まで希釈した。
- (4) 調製したEDTA標準溶液をポリエチレン容器に入れ、ファクターを計算し必要事項を記載したラベルを貼付した。

**B カルシウムの定量**

- (1) カルシウム濃度のわからない未知試料溶液50mLをホールピペットでコニカルビーカーにとった。
- (2) (1)に500g/L水酸化カリウム溶液4mLを加えてよく振り混ぜ、約5分間放置した。
- (3) (2)に100g/L塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液0.5mLを加えてよく振り混ぜた。
- (4) (3)にHSNN指示薬6滴程度を加えて振り混ぜ、操作手順Aで調製したEDTA標準溶液をビュレットに入れ滴定を行い、滴定値から試料溶液中のカルシウムの濃度を計算した。

〔1〕操作手順Aの(1)で秤量したEDTA・2Na・2H<sub>2</sub>Oが0.9492gであったとすると、調製された0.01mol/L-EDTA標準溶液のファクターは、〔ア. 1.020 イ. 1.120 ウ. 1.240〕である。

〔2〕操作手順Bの(2)で水酸化カリウム溶液を加える目的は、試料溶液中にマグネシウムイオンが共存していた場合、液性を塩基性にして、マグネシウムイオンを〔ア. 昇華 イ. 沈殿 ウ. 溶解〕させ、滴定を妨害しないようにするためである。

〔3〕操作手順Bの(2)のように、適切な試薬を加えて、分析目的以外の金属イオンが分析を妨害しないようにする操作を、〔ア. トレーシング イ. マスキング ウ. マーキング〕という。

〔4〕操作手順Bの(4)でHSNN指示薬を加えると、Ca-HSNNキレート化合物が生成し、溶液は〔ア. 赤紫色 イ. 青緑色 ウ. 茶褐色〕になる。

〔5〕操作手順Bの(4)で滴定の終点は、Ca-HSNNキレート化合物からHSNNが遊離した点であり、溶液の色が〔ア. 青色 イ. 赤色 ウ. 緑色〕になった点である。

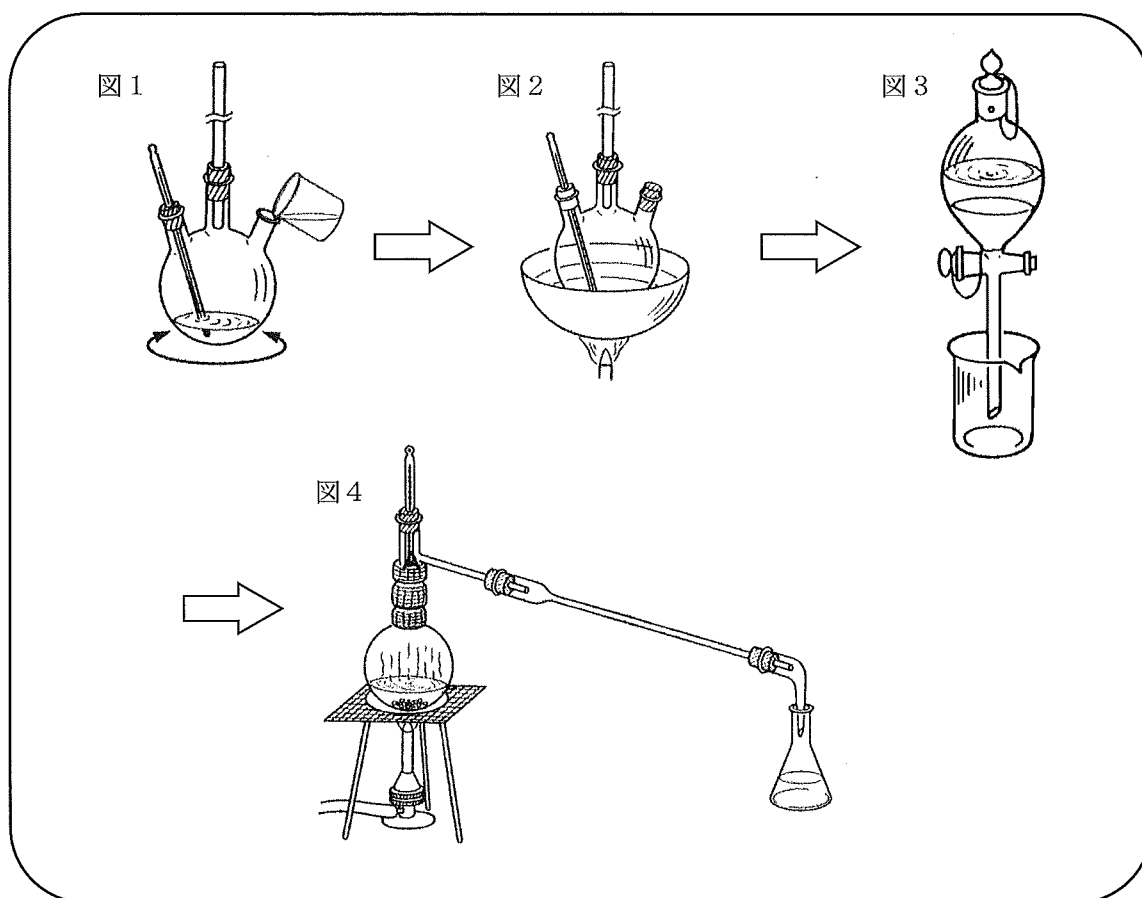
〔6〕0.01mol/L-EDTA標準溶液のファクターを設問〔1〕のとおりとし、操作手順Bの(4)の滴定結果が12.55mLであったとき、試料溶液に含まれるカルシウムの濃度は、〔ア. 51.3 イ. 77.0 ウ. 103〕mg/Lである。  
なお、EDTAとカルシウムイオンは1対1で反応し、キレートを形成する。

〔7〕0.01mol/L-EDTA標準溶液のファクターを設問〔1〕のとおりとし、操作手順Bと同じ操作で市販のミネラルウォーター中のカルシウム量を測定したところ、滴定結果が15.20mLであった。このミネラルウォーターのカルシウム硬度は、〔ア. 30.3 イ. 122 ウ. 310〕mgCaCO<sub>3</sub>/Lである。

〔8〕操作手順Bの(2)(4)の操作を次のように変更して実験を行った。  
(2) (1)に塩化アンモニウム-アンモニア緩衝液1mLを加えてよく振り混ぜた。  
(4) (3)にEBT指示薬3滴程度を加えて振り混ぜ、操作手順Aで調製したEDTA標準溶液をビュレットに入れ、滴定した。この実験結果だけで求められる硬度を、〔ア. 一時硬度 イ. 全硬度 ウ. マグネシウム硬度〕という。

5 ニトロベンゼンの合成実験について、次の問いの正しい答を〔 〕内から選び、記号で答えなさい。  
次は、操作手順の概要である。

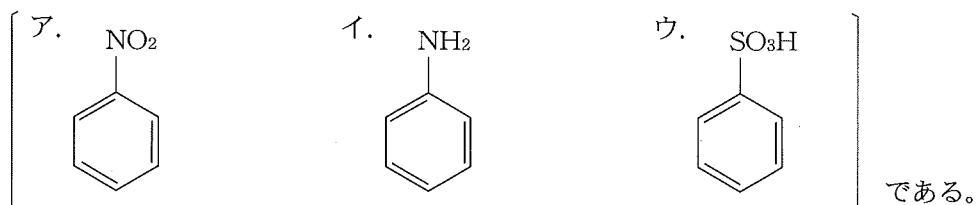
- (1) 乾燥した 300mL の三つ口フラスコに長さ約1mのガラス製空気冷却器と100℃温度計を先端が底につく程度に取り付け、フラスコの残りの口から濃硫酸 40.0mL を入れた。続いて濃硝酸 35.0mLを少しずつ加え、混酸をつくった。(図1)
- (2) ベンゼン 30.0mL を計り、三つ口フラスコ内の温度が 35℃以上にならないように水浴で冷却しながら、少しずつ加えては全体を振り混ぜた。
- (3) ベンゼンを加え終わったら、三つ口フラスコの冷却管を取り付けていない口にコルク栓をして、60℃まで徐々に加熱し、60℃で約1時間、時々振り混ぜながら反応を完結させた。(図2)
- (4) 反応が終わったら、フラスコ内の溶液を 300mL 分液漏斗にすべて移して静置し、ニトロベンゼンと混酸が完全に分離したら、混酸を排出して除去した。(図3)
- (5) 分液漏斗内に残ったニトロベンゼンに水 50mL を加え、よく振り混ぜて洗浄し、静置して水層を除去した。さらに 25mL の 10%NaOH 水溶液を加えて同様に洗浄し、水溶液層を除去した。そして再度水 50mL で洗浄し、水層を除去した。
- (6) 乾燥した 200mL 三角フラスコにニトロベンゼンを移し、約 5g の  $\text{CaCl}_2$  を加えてよく振り混ぜた。静置後、フラスコ内のニトロベンゼンをろ過し、枝付きフラスコに入れ、空気冷却管をつけて蒸留した。205℃から 210℃の留分をニトロベンゼンとして回収し、収量を求めた。(図4)



〔1〕ベンゼン環をもつ炭化水素を〔ア. 鎖式炭化水素 イ. 脂環式炭化水素 ウ. 芳香族炭化水素〕という。

〔2〕ベンゼンは、〔ア. 付加反応 イ. 脱水反応 ウ. 置換反応〕を起こしやすい。

〔3〕この実験で生成するニトロベンゼンの構造式は、



〔4〕ベンゼンの密度を 20℃で 0.88g/mL とすると、操作手順 (2) で計りとったベンゼンの物質量は、〔ア. 0.338mol イ. 0.508mol ウ. 0.677mol〕である。

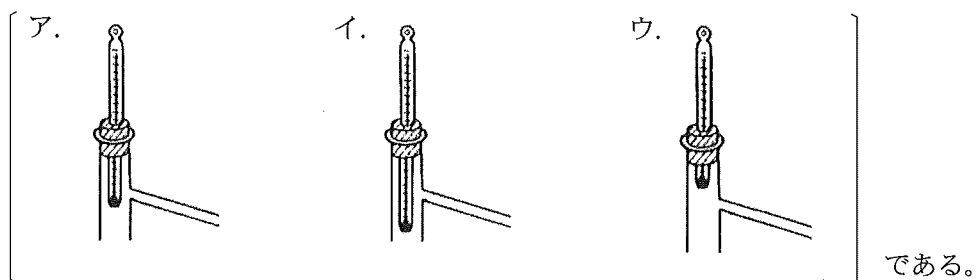
〔5〕操作手順 (2) で三ツ口フラスコ内の温度が 35℃以上になると、副生成物として〔ア. アニリン イ. ジニトロベンゼン ウ. トルエン〕を生じ易くなる。

〔6〕この実験で理論上必要な濃硝酸の量は、〔ア. 14.2g イ. 28.4g ウ. 52.6g〕である。ただし、濃硝酸の濃度は 75%とする。

〔7〕この実験で実際に得られたニトロベンゼンは 25.0g であった。収率は、〔ア. 30.0% イ. 40.1% ウ. 60.1%〕である。

〔8〕操作手順 (4) と (5) で分液漏斗内のニトロベンゼンは、〔ア. (4) (5) 両方とも下層 イ. (4) (5) 両方とも上層 ウ. (4) は上層で (5) は下層〕にある。

〔9〕操作手順 (6) の図 4 の A の部分で、温度計の先端の位置が正しい図は、



〔10〕操作手順 (6) でフラスコ内の内容物を蒸留するとき、完全に留出させてはいけない。これは、副生成物による〔ア. 汚染 イ. 飛散 ウ. 爆発〕の危険を避けるためである。

公益社団法人 全国工業高等学校長協会

平成28年度 標準テスト  
工業化学 解答用紙

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

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

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3 | {1} | {2} | {3} | {4} | {5} | {6} | {7} | {8} |     |     |
|   |     |     |     |     |     |     |     | (1) | (2) | (3) |
|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 4 | {1} | {2} | {3} | {4} | {5} | {6} | {7} | {8} |  |
|   |     |     |     |     |     |     |     |     |  |

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

|        |  |   |  |        |  |        |  |
|--------|--|---|--|--------|--|--------|--|
| 学<br>年 |  | 組 |  | 番<br>号 |  | 氏<br>名 |  |
|--------|--|---|--|--------|--|--------|--|



公益社団法人 全国工業高等学校長協会

平成28年度 標準テスト

工業化学 解答

| 1 | 〔1〕 | 〔2〕 | 〔3〕 | 〔4〕 | 〔5〕 | 〔6〕 | 〔7〕 | 〔8〕 | 〔9〕 | 〔10〕 | 配点  | 計   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
|   | ウ   | イ   | ア   | ウ   | イ   | ア   | ウ   | イ   | ウ   | イ    | 各2点 | 20点 |

| 2 | 〔1〕 | 〔2〕 | 〔3〕 | 〔4〕 | 〔5〕 | 〔6〕 | 〔7〕 | 〔8〕 | 〔9〕 | 〔10〕 | 配点  | 計   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
|   | ア   | ウ   | イ   | ウ   | イ   | ウ   | ア   | イ   | ア   | ア    | 各2点 | 20点 |

| 3 | 〔1〕 | 〔2〕 | 〔3〕 | 〔4〕 | 〔5〕 | 〔6〕 | 〔7〕 | 〔8〕 |     |     | 配点  | 計   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|   | イ   | ウ   | ア   | イ   | ア   | イ   | イ   | 〔1〕 | 〔2〕 | 〔3〕 |     |     |
|   |     |     |     |     |     |     |     | ア   | ア   | ウ   | 各2点 | 20点 |

| 4 | 〔1〕 | 〔2〕 | 〔3〕 | 〔4〕 | 〔5〕 | 〔6〕 | 〔7〕 | 〔8〕 | 配点                          | 計   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|-----|
|   | ア   | イ   | イ   | ア   | ア   | ウ   | ウ   | イ   | 〔1〕～〔5〕、〔8〕各2点<br>〔6〕〔7〕各4点 | 20点 |

| 5 | 〔1〕 | 〔2〕 | 〔3〕 | 〔4〕 | 〔5〕 | 〔6〕 | 〔7〕 | 〔8〕 | 〔9〕 | 〔10〕 | 配点  | 計   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
|   | ウ   | ウ   | ア   | ア   | イ   | イ   | ウ   | ウ   | ア   | ウ    | 各2点 | 20点 |