

平成29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 年		組		番 号		氏 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 He=4.0 C=12.0 N=14.0 O=16.0 Na=23.0 Cl=35.5 Ca=40.1 Cu=63.5

1 次の問の正しい答を〔 〕内から選び、記号で答えなさい。

- 〔1〕 水素には ${}^1\text{H}$, ${}^2\text{H}$, ${}^3\text{H}$ の3種類の同位体が存在する。この中の〔ア. ${}^1\text{H}$ イ. ${}^2\text{H}$ ウ. ${}^3\text{H}$ 〕は放射性同位体で、天然には極めて微量しか存在しない。
- 〔2〕 ある物質が別の物質に変わるのではなく、単に状態や形が変化するだけの変化を〔ア. 化学変化 イ. 不可逆変化 ウ. 物理変化〕という。
- 〔3〕 乾燥空気の組成の中で、3番目に多い成分は〔ア. アルゴン イ. 二酸化炭素 ウ. ネオン〕である。
- 〔4〕 電池の中で、放電によって電池の起電力が下がっても充電して繰り返し使うことができるものを二次電池といい、例えば〔ア. マンガン乾電池 イ. ニッケルカドミウム電池 ウ. リチウム電池〕がある。
- 〔5〕 原油は、蒸留によって含まれる炭化水素の〔ア. 凝固点 イ. 沸点 ウ. 融点〕の差によりナフサやガソリンなどの石油製品に分離される。

〔6〕 「燃える氷」といわれる世界各地の海域に豊富に存在することが知られている天然ガス資源のことを〔ア. シェールガス イ. マンガンノジュール ウ. メタンハイドレート〕という。

〔7〕 図1のガスバーナーの炎の色が赤色の時は、

- 〔ア. Aのねじを右側に回せば空気が送り込まれる
イ. Bのねじを左側に回せば空気が送り込まれる
ウ. Bのねじを左側に回せば空気が減少する〕

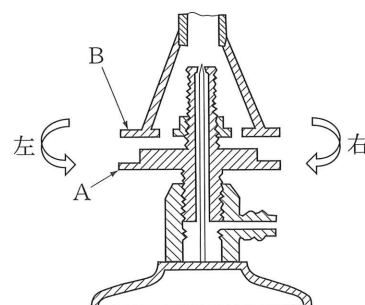


図1 ガスバーナー

ため、ねじを調整して青色の炎になるようにする。

- 〔8〕 セッケンは油脂に〔ア. 塩化ナトリウム イ. 水酸化ナトリウム ウ. 炭酸ナトリウム〕水溶液を加えて加熱することで製造される。
- 〔9〕 無色、無臭、無刺激性の気体で、空気よりやや軽く気がつかないうちに中毒になりやすい可燃性の気体は〔ア. 一酸化炭素 イ. 水素 ウ. メタン〕である。
- 〔10〕 単独では危険性が少ない物質でも、2種類以上が混合または接触すると発火や爆発の危険を生じる場合がある。例えば、強い酸化剤である過酸化水素は、〔ア. エタノール イ. 塩素酸ナトリウム ウ. 尿酸〕と混合すると発火や爆発の危険性がある。

2 次の問の正しい答えを〔 〕内から選び、記号で答えなさい。

〔1〕 アンモニアの工業的製法は、窒素と水素を原料に ①〔ア. Fe_3O_4 イ. MnO_2 ウ. Pt〕を主成分とする触媒を用いて高温高压で合成する。この合成方法のことを
②〔ア. アンモニアソーダ法 イ. オストワルト法 ウ. ハーバー・ボッシュ法〕という。

〔2〕 アンモニアの実験室的製法は、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合し、ゆるやかに加熱して発生させる。

塩化アンモニウム3.00 g と水酸化カルシウム2.00 g を用いて実験を行ったところ、標準状態で450mLのアンモニアが得られた。この時の反応率は ①〔ア. 35.2 イ. 37.2 ウ. 70.3〕%である。また、発生した気体は ②〔ア. 下方 イ. 上方 ウ. 水上〕置換法で収集した。

〔3〕 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{(1)Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$

上記の反応式において、下線(1)の銅の酸化数は ①〔ア. -2 イ. 0 ウ. +2〕である。また、硝酸は ②〔ア. 還元剤 イ. 酸化剤 ウ. 中和剤〕として働いている。

〔4〕 図2で示される塩化銅水溶液に5分間電流を流して電気分解を行った。この時、陽極には

①〔ア. 塩素 イ. 酸素 ウ. 水素〕が発生した。
陰極には0.125 gの銅が析出したので、流れた電流は
②〔ア. 0.0263 イ. 0.633 ウ. 1.27〕A(アンペア)とわかる。

また、ファラデー定数Fは96500 (C/mol) とする。

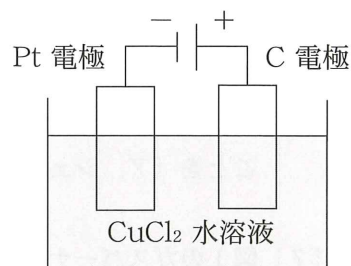


図2 塩化銅水溶液(C-Pt電極)

〔5〕 図3の冷却曲線は、水にブドウ糖(分子量180) 20.0gを溶かした水溶液を冷やしていき、温度変化をグラフに表したものである。グラフより、この水溶液の凝固点は ①〔ア. A イ. B ウ. C〕と読み取ることが出来る。この時の凝固点が -1.37°C だった時、ブドウ糖を溶かした水の重さは
②〔ア. 150 イ. 200 ウ. 300〕gである。
また、水のモル凝固点降下は $1.853 (\text{K} \cdot \text{kg}/\text{mol})$ とする。

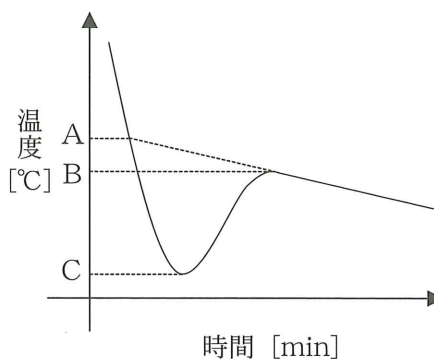
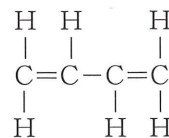


図3 冷却曲線

3 次の問の正しい答えを〔 〕内から選び、記号で答えなさい。

〔1〕 右の有機化合物の構造式は、合成ゴムの重要な原料の

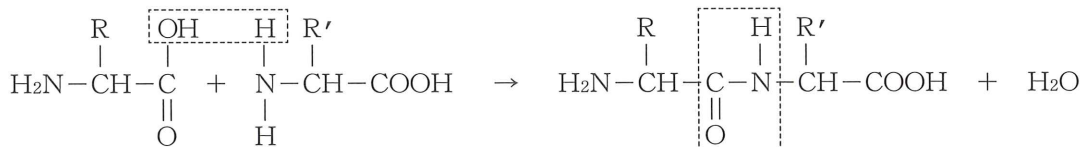
〔ア. イソプレン イ. 1,3-ブタジエン ウ. 2,4-ブタジエン〕である。



〔2〕 天然ゴムは、そのままでは軟らかすぎるので〔ア. 加硫 イ. 酸化 ウ. 脱水〕を行い、用途に適した硬さにする。

〔3〕 二つのアミノ酸分子間で、カルボキシ基とアミノ基から脱水縮合してできた結合を

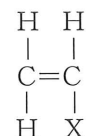
〔ア. エーテル イ. エステル ウ. ペプチド〕結合という。



〔4〕 アルコールの中で、ほとんど酸化されないものは〔ア. 第一級 イ. 第二級 ウ. 第三級〕アルコールである。

〔5〕 右の一般式で示されるビニル単量体のXがフェニル基（-C₆H₅）である

ときの名称は〔ア. 塩化ビニル イ. スチレン ウ. プロピレン〕である。



〔6〕 図4のような実験器具を用いて元素分析を行った。H₂O吸収管には水は吸収するが二酸化炭素を吸収しない ①〔ア. 塩化カルシウム イ. ソーダ石灰 ウ. 炭酸ソーダ〕を充填してある。

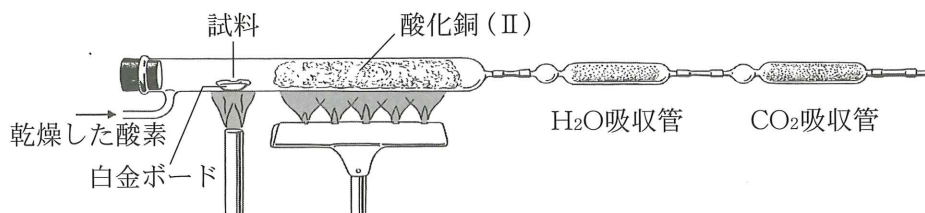


図4 元素分析実験装置図

白金ボードに炭素・水素・酸素からなる試料4.01mgを乗せ完全燃焼させたときH₂O吸収管は2.40mg、CO₂吸収管は5.87mg質量が増加した。このことから試料の組成式は

②〔ア. CHO イ. CH₂O ウ. CH₂O₂〕とわかる。

次に分子量を求める実験を行った。

空の丸底フラスコ（容積403mL）に試料1.00gを入れ、小さい穴をあけたアルミ箔でふたをした。丸底フラスコを緩やかに加熱し、試料をすべて蒸発させた。試料がすべて蒸発した時のフラスコの温度は97℃（絶対温度 ③〔ア. 176 イ. 273 ウ. 370〕K）、大気圧は101 kPaであった。その後フラスコを冷やし、残った試料を測定した結果0.80gであった。ここで、気体となって容器を満たした試料は ④〔ア. 0.20 イ. 0.80 ウ. 1.00〕gなので、この試料の分子量は ⑤〔ア. 60 イ. 87 ウ. 92〕と求められる。この実験より分子式が求まる。

気体定数 R=8.31 Pa・m³/(mol・K)

4 次の問いの正しい答えを〔 〕内から選び、記号で答えなさい。

〔1〕 ナトリウムイオン (Na^+) 1molの質量は〔ア. 22.0 イ. 23.0 ウ. 24.0〕 gである。

〔2〕 0°C , 101.3kPaでの二酸化炭素の密度は〔ア. 0.509 イ. 1.00 ウ. 1.96〕 g/Lである。

〔3〕 0.400mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液は、質量パーセント濃度に換算すると

〔ア. 1.33 イ. 1.57 ウ. 3.14〕 %である。

ただし、0.400mol/L水酸化ナトリウム水溶液の密度は1.02 g/mLとして計算すること。

〔4〕 20 gの水に100 gの硝酸銀を加熱して全部溶かし、水を5 g蒸発させた。その溶液を 40°C まで冷却させたところ、およそ〔ア. 38 イ. 54 ウ. 85〕 g析出した。ただし、図5硝酸銀の溶解度曲線を参考にする。

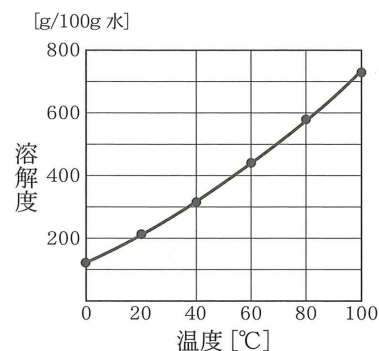


図5 硝酸銀の溶解度曲線

〔5〕 温度を 27°C に保ち図6のようなガラス容器を用い実験を行った。このとき、コックおよび容器をつなぐパイプの容積は無視できるものとする。

コックを閉じた状態でA, Bそれぞれ1.00molのヘリウム (He) が入っている。このとき、容器A中の気体の圧力は ①〔ア. 44.9 イ. 249 ウ. 499〕 kPaである。

次に、コックを開くと容器A, B中の気体の圧力は等しくなった。その後コックを閉じ、容器Aのみ 127°C まで加熱したところ、容器A中の気体の圧力は

②〔ア. 222 イ. 443 ウ. 665〕 kPaとなった。

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

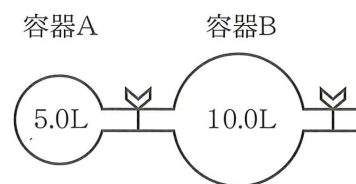
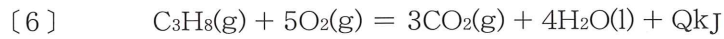
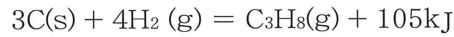
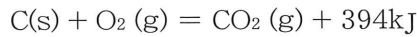
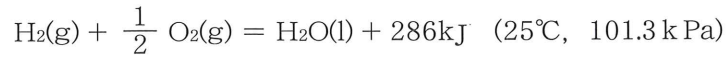


図6 実験模式図



上記のプロパンを完全燃焼させるときの燃焼熱Qの値は

① [ア. 2221 イ. 2431 ウ. 3376] kJである。必要に応じて下記の生成熱を利用してよい。



ある量のプロパンを完全燃焼させたところ、3000 kJの熱量が発生した。生じた熱を用いて10.0Lの水を加熱したところ水温は ② [ア. 12.6 イ. 52.9 ウ. 71.6] °C上昇した。ただし、水の密度は1.00g/mL、水1gの温度を1°C上げるのに必要な熱量は4.19Jである。また、生じた熱はすべて水温を上げるのに使われたとする。

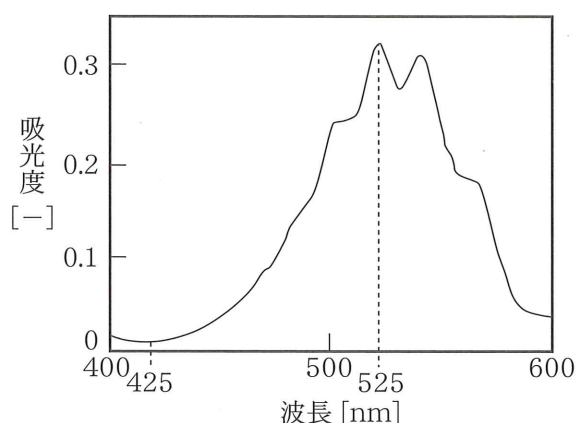
[7] 弱酸とその塩または弱塩基とその塩を含む混合液で、酸や塩基を加えてもpHがほとんど変化しない溶液のことを ① [ア. 緩衝液 イ. コロイド溶液 ウ. 飽和溶液] という。0.100mol/Lの酢酸水溶液200mLと0.100mol/Lの酢酸ナトリウム100mL溶液を混ぜることで①を作った。この①のpHはおおよそ ② [ア. 4.3 イ. 4.6 ウ. 4.9] である。

ただし、25°Cでの酢酸の電離定数は $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = 2.69 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とする。

5 KMnO_4 溶液の濃度測定を次の手順で行った。次の問いの正しい答えを〔 〕内から選び、記号で答えなさい。

- (1) KMnO_4 0.100 g を蒸留水に溶解して 1 L にしたものを、 $100 \mu\text{g/mL}$ の KMnO_4 標準溶液原液とした。
- (2) KMnO_4 標準溶液原液をホールピペットで 5, 10, 15, 20 mL とり、それぞれを別々の 100 mL メスフラスコに入れて、蒸留水を標線まで加えた。
- (3) 操作 (2) で調整した $20 \mu\text{g/mL}$ の標準溶液について、400 nm から 600 nm まで波長を変えて吸光度を測定し、吸収曲線を作成した。ただし、対照側の吸収セルには蒸留水を入れた。
- (4) 波長を “A” にセットし、操作 (2) で調整した溶液を順に試料側の吸収セルに入れ、吸光度を測定した。
- (5) 得られた測定値と濃度の関係をグラフに描き、検量線とした。
- (6) 濃度未知の試料について吸光度を測定し、検量線から濃度を求めた。

表 1 実験結果

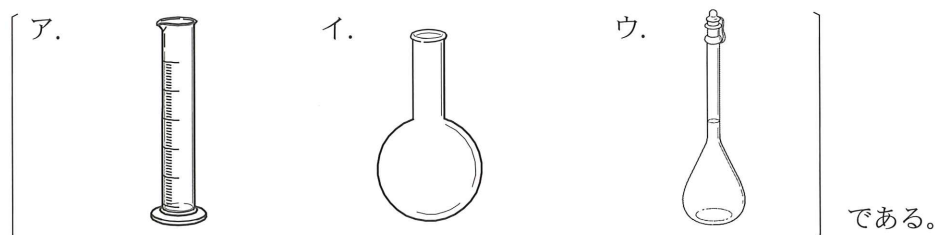


KMnO_4 濃度 ($\mu\text{g/mL}$)	吸光度
5	0.0847
10	0.1653
15	0.2488
20	0.3024
未知試料	0.2587

図 7 KMnO_4 溶液の吸収曲線

- [1] KMnO_4 溶液の濃度測定のように、試料の濃度を求める実験のことを〔ア. 組成分析 イ. 定性分析 ウ. 定量分析〕という。
- [2] KMnO_4 溶液の色は〔ア. 赤紫 イ. 黄緑 ウ. 濃青〕色である。
- [3] 過マンガン酸カリウム水溶液を保存する場合は〔ア. 褐色のガラス容器 イ. 空気孔のついた容器 ウ. 乳白色のプラスチック容器〕を用いるのがよい。
- [4] $100 \mu\text{g/mL}$ の KMnO_4 標準溶液とは、1 mL の中に〔ア. 1.00×10^{-4} イ. 1.00×10^{-2} ウ. 100〕g の KMnO_4 が溶解していることである。

[5] メスフラスコは、



[6] 強さ I_0 の単色光が、濃度 c 、液相の厚さ b の溶液を透過して光が吸収され、透過光の強さが I になったとすると次式が成り立つ。

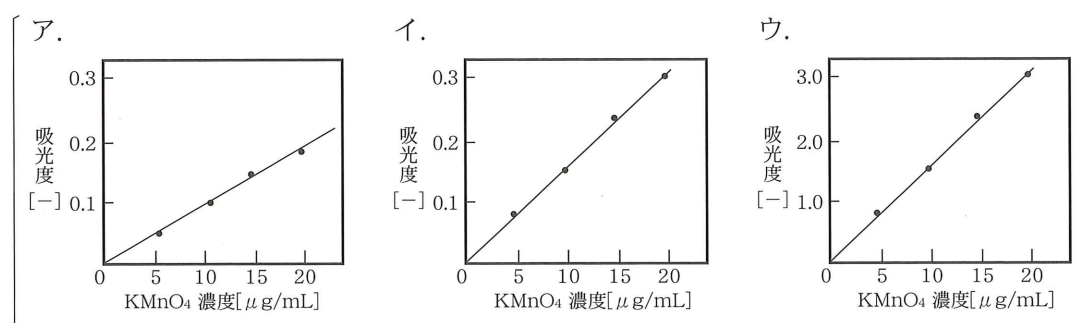
$$A = \log \frac{I_0}{I} = abc \quad a: \text{比例定数 (吸光係数)}$$

よって、液層の厚さ b が一定ならば、吸光度 A は濃度に比例する。この関係を
[ア. アボガドロの法則 イ. ヘンリーの法則 ウ. ランベルト・ベールの法則] という。

[7] 図7において、波長“A”は最大吸収波長なので [ア. 425 イ. 525 ウ. 600] nmである。

[8] 吸収セルの取り扱いで気をつけることは、光を当て特定の波長の光を吸収させるという用途を考え、[ア. 気泡を残さない イ. 透明なガラス面を持つ ウ. 水滴はそのままにする] ようにする。

[9] 操作(4)の結果は、表1のようになった。検量線としてふさわしいグラフは、



である。

[10] 表1の未知試料の濃度は、[9]の検量線より [ア. 1.27 イ. 12.8 ウ. 15.6] $\mu\text{g/mL}$ と求められる。

公益社団法人 全国工業高等学校長協会

平成29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}	
	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②

3	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}				
						①	②	③	④	⑤

4	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}		{6}		{7}	
					①	②	①	②	①	②

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

学 年		組		番 号		氏 名	
--------	--	---	--	--------	--	--------	--

公益社団法人 全国工業高等学校長協会

平成29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	ウ	ア	イ	イ	ウ	イ	イ	ア	ア	各2点	20点

2	[1]		[2]		[3]		[4]		[5]		配点	計
	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②		
	ア	ウ	イ	イ	ウ	イ	ア	ウ	ア	ア	各2点	20点

3	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]					配点	計
	イ	ア	ウ	ウ	イ	①	②	③	④	⑤		
						ア	イ	ウ	イ	ア	各2点	20点

4	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]		[6]		[7]		配点	計
	イ	ウ	イ	イ	①	②	①	②	①	②		
					ウ	イ	ア	ウ	ア	ア	各2点	20点

5	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	配点	計
	ウ	ア	ア	ア	ウ	ウ	イ	ア	イ	ウ	各2点	20点