

化 学

各問題を解くにあたって、必要があれば次の数値を使用せよ。

原子量 H 1.0 C 12 N 14

O 16 K 39

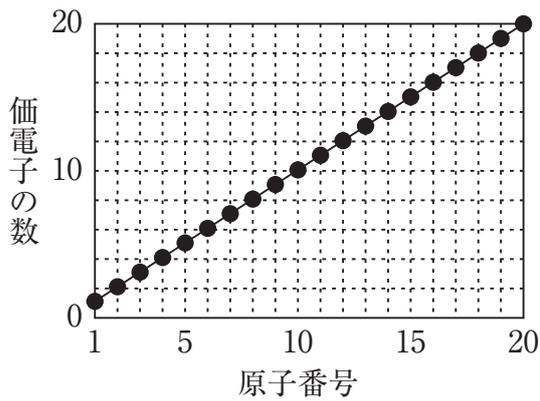
アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

標準状態で 1 mol の気体が占める体積 22.4 L

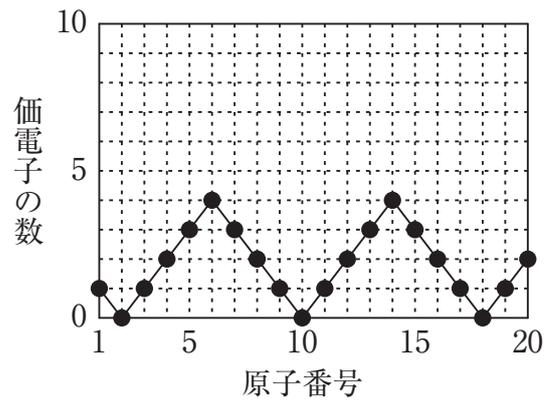
ファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

【問題 1】 次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

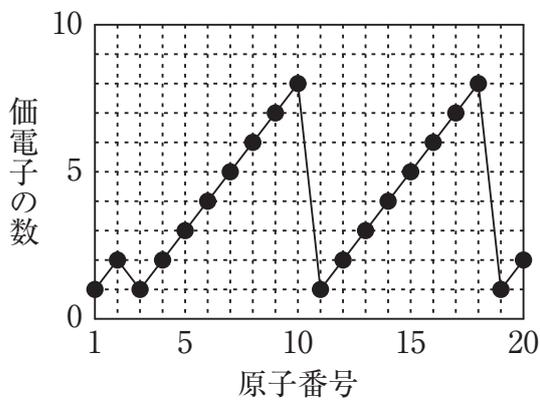
問 1 原子番号と価電子の数の関係を表す図として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。



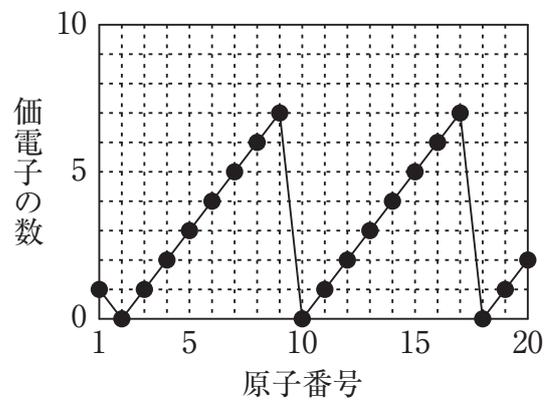
①



②



③



④

問2 次の記述（a～d）の中で、イオン結晶、金属結晶、分子結晶、共有結合の結晶の性質について述べたものはどれか。最も適当な組合せを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 2

- a 展性，延性に富む。電気や熱をよく導く。
- b 非常にかたく，融点が高い。水に溶けにくい。電気を導きにくい。
- c かたいが割れやすい。結晶は電気を導きにくい，融解液や水溶液は電気を導く。
- d やわらかく，割れやすい。融点や沸点が低い。電気を導きにくい。

	イオン結晶	金属結晶	分子結晶	共有結合の結晶
①	a	d	b	c
②	a	d	c	b
③	b	c	d	a
④	b	c	a	d
⑤	c	a	d	b
⑥	c	a	b	d
⑦	d	b	a	c
⑧	d	b	c	a

問3 図1の立方体は陽イオンと陰イオンからなる結晶の単位格子を示している。この結晶構造を有する物質の組成式として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 3

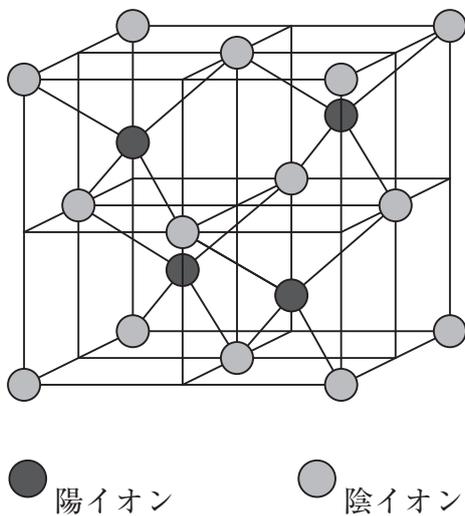


図1

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| ① AB | ② AB ₂ | ③ A ₂ B |
| ④ A ₂ B ₃ | ⑤ A ₃ B ₂ | ⑥ A ₇ B ₄ |

【問題 2】 次の問 1～4 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 U 字管の中央に半透膜を固定し、一方の側に純水を、もう一方の側に水溶液 a～c の一つを、液面の高さが同じになるように入れた。十分な時間をおくと、水分子だけが半透膜を透過し、図 2 のように、液面の高さに h の差が生じた。同様の実験を他の水溶液についても行ったところ、 h の大きさはそれぞれの水溶液で異なっていた。高さ h が最小の水溶液および最大の水溶液は水溶液 a～c のどれか。最も適当な組合せを下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、電解質は完全に電離しているものとする。

- a 0.20 mol/L のグリセリン水溶液
- b 0.25 mol/L の塩化カリウム水溶液
- c 0.10 mol/L の硫酸ナトリウム水溶液

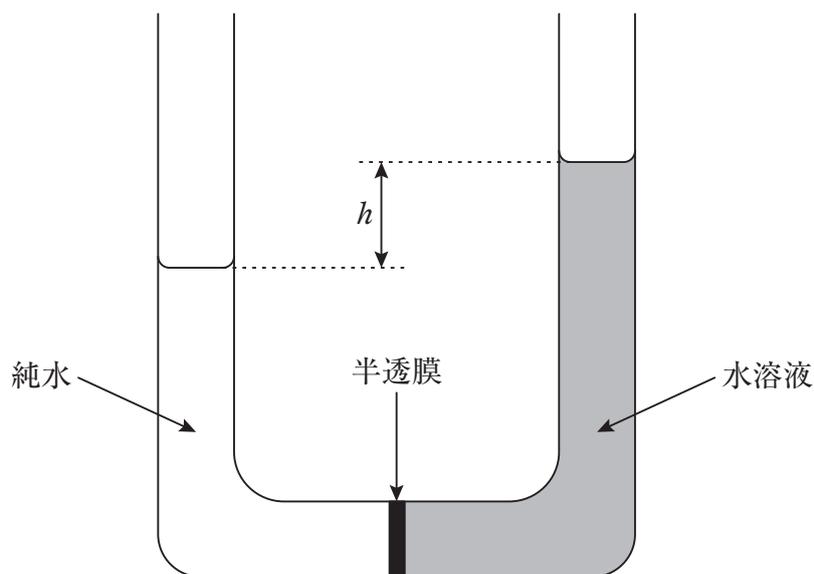


図 2

	h が最小	h が最大
①	a	b
②	b	a
③	c	a
④	a	c
⑤	b	c
⑥	c	b

問2 次の記述①～⑥の中で、誤りを含むものが一つある。最も適当なものを一つ選び、番号で答えよ。

- ① 同じ元素の原子が共有結合した二原子分子は、無極性分子である。
- ② 一般に、陽イオンになりやすい元素の電気陰性度は小さい。
- ③ 二酸化炭素 CO_2 の C 原子と O 原子の結合には極性があるが、二酸化炭素分子は無極性分子である。
- ④ アンモニア NH_3 は無極性分子である。
- ⑤ メタン CH_4 は無極性分子である。
- ⑥ 水は極性分子である。

問3 次の文章（ア，イ）と関係が深い現象は下の a～d のどれか。最も適当な組合せを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- （ア） 冬には暖かい室内の窓ガラスに水滴がつく。
 （イ） 日陰でも洗濯物が乾く。

a 昇華 b 凝固 c 蒸発 d 凝縮

	(ア)	(イ)
①	a	b
②	b	c
③	c	d
④	d	a
⑤	a	c
⑥	b	d
⑦	c	a
⑧	d	c

問4 純水1 kg に溶質 0.1 mol を溶かした水溶液を冷却した時、凝固点降下度が最も小さくなる溶質はどれか。最も適当なものを下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、電解質の電離度は1とする。

- ① 酢酸ナトリウム ② グルコース ③ 塩化マグネシウム
④ 塩化ナトリウム ⑤ 硫酸銅(Ⅱ)

【問題3】 次の問1, 2に答えよ。(解答番号 ,)

問1 次の文章の空欄 (~) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①~⑧のうちから一つ選び, 番号で答えよ。

物質中の原子が電子を失うと, その原子の酸化数は し, その原子を含む物質は酸化されたという。一方, 物質中の原子が電子を受け取ると, その原子の酸化数は し, その原子を含む物質は還元されたという。次の反応 (1) では,



酸化マンガン(IV)は されている。

	ア	イ	ウ
①	増加	増加	酸化
②	増加	増加	還元
③	増加	減少	酸化
④	増加	減少	還元
⑤	減少	増加	酸化
⑥	減少	増加	還元
⑦	減少	減少	酸化
⑧	減少	減少	還元

問2 濃度がわからないシュウ酸水溶液 10.0 mL を加温しながら 0.0250 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液を硫酸酸性下で滴下すると、16.0 mL でちょうど終点に達した。このシュウ酸水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 mol/L

- ① 0.100 ② 0.200 ③ 0.300
④ 0.400 ⑤ 0.500 ⑥ 0.600

【問題 4】 下の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 次の記述 (a～e) の中で、誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 物質 1 g の温度を 1 K 上昇させるために必要な熱量を比熱といい、その値は物質に限らず一定である。
- b 物質 1 mol が完全燃焼するとき発生する熱量を燃焼熱という。
- c 化合物 1 mol が、その成分元素の単体から生じるときに発生または吸収する熱量を生成熱という。
- d 強酸と強塩基の希薄溶液どうしにおいて、中和熱の値は酸や塩基の種類により異なる。
- e 物質が変化するとき出入りする熱量は、最初と最後の状態だけで決まる。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問 2 プロパン C_3H_8 の燃焼熱は 2220 kJ/mol である。20℃の水 20 L を 80℃に上げるのに、標準状態のプロパンは何 L 必要か。最も適当な数値を下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、水溶液の比熱容量は 4.2 J/(g·K)、密度は 1.0 g/mL とする。また、発生した熱はすべて水の温度上昇に用いられる。 L

① 17 ② 34 ③ 51 ④ 68 ⑤ 58

問3 水(液体) H_2O 、二酸化炭素 CO_2 の生成熱はそれぞれ 286, 394 kJ/mol である。また、エチレン C_2H_4 の燃焼熱は 1412 kJ/mol である。このとき、エチレンの生成熱は何 kJ/mol か。最も適当な数値を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 kJ/mol

- ① -26 ② -52 ③ -78 ④ 52 ⑤ 104 ⑥ 208

【問題5】 炭素とその化合物に関する次の問1～3に答えよ。(解答番号 13 ~ 15)

問1 次の文章の空欄 (ア ~ ウ) に当てはまる数値および用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 13

周期表の14族に属する炭素は ア 個の価電子をもち、他の原子と イ 結合をつくりやすい。単体としてダイヤモンドや黒鉛の他、 C_{60} に代表されるようなサッカーボール型構造をもつフラーレンなどが知られている。また、炭やすす、活性炭などは無定形炭素と呼ばれる。活性炭は ウ などに用いられている。

	ア	イ	ウ
①	4	共有	吸着剤
②	4	共有	消火剤
③	4	イオン	吸着剤
④	4	イオン	消火剤
⑤	5	共有	吸着剤
⑥	5	共有	消火剤
⑦	5	イオン	吸着剤
⑧	5	イオン	消火剤

問2 炭素には同素体が存在する。炭素やその他の元素の同素体に関する次の記述（a～e）の中で、誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 14

- a 同じ原子でも中性子の数が異なるものが同素体である。
- b 炭素の同素体には電気を通すものがある。
- c リンの同素体には有毒な黄リンと、毒性の少ない赤リンがある。
- d 硫黄の同素体にはゴムに似た弾性をもつものがある。
- e 酸素には同素体が存在しない。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 一酸化炭素の製法に関する次の記述（a～e）の中で正しいものが二つある。最も適当な組合せを下の①～⑩のうちから一つ選び、番号で答えよ。 15

- a ギ酸に濃硫酸を加えて加熱する。
- b 炭酸水素ナトリウムに希塩酸を加える。
- c 二酸化ケイ素と炭酸ナトリウムを高温で反応させる。
- d 石灰石を強熱して分解する。
- e 加熱したコークスと水を反応させる。

① a・b ② a・c ③ a・d ④ a・e ⑤ b・c
⑥ b・d ⑦ b・e ⑧ c・d ⑨ c・e ⑩ d・e

【問題6】 アルカリ金属に関する次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる数値および用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

周期表の1族に属するH以外の6元素はアルカリ金属といわれ、これらの原子は 個の価電子をもつ。単体は反応性に富み、強い 作用を示す。また単体のナトリウムやリチウムはナトリウムランプやリチウム電池などに使用され、実験室などでは に保存する。

	ア	イ	ウ
①	1	酸化	褐色ビン
②	1	酸化	石油中
③	1	還元	褐色ビン
④	1	還元	石油中
⑤	2	酸化	褐色ビン
⑥	2	酸化	石油中
⑦	2	還元	褐色ビン
⑧	2	還元	石油中

問2 アルカリ金属とその化合物に関する次の記述（a～e）の中で、下線部に誤りを
含むものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答
えよ。

- a アルカリ金属の単体は全て銀白色である。
- b 水酸化ナトリウムは空気中に放置すると空気中の水分を吸収して溶ける。
- c カリウムは常温では水と反応しない。
- d 炭酸カリウムの水溶液は塩基性を示す。
- e 炭酸ナトリウム十水和物は空気中に放置すると水和水の一部を失う。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問3 質量モル濃度が4.0 mol/kgの水酸化カリウム水溶液60 gに水40 gを加えたら、
その水溶液の密度は1.25 g/mLになった。この水溶液のモル濃度は何 mol/Lか。最
も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。 mol/L

① 0.15 ② 0.20 ③ 1.56 ④ 2.45 ⑤ 5.60

【問題7】 次の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

アミノ酸は分子内に酸性を示すカルボキシ基と塩基性を示す とをもつ。これらの中で同一の炭素原子に結合したアミノ酸を特に α -アミノ酸という。 以外のすべての α -アミノ酸は不斉炭素原子があり、鏡像異性体が存在する。

アミノ酸の等電点のpHは5～6のものが多いが、例えばリシンの等電点の値は5～6よりも , アミノ酸によって異なる。

	ア	イ	ウ
①	アミノ基	アラニン	大きく
②	アミノ基	アラニン	小さく
③	アミノ基	グリシン	大きく
④	アミノ基	グリシン	小さく
⑤	ニトロ基	アラニン	大きく
⑥	ニトロ基	アラニン	小さく
⑦	ニトロ基	グリシン	大きく
⑧	ニトロ基	グリシン	小さく

問2 次の α -アミノ酸 (a ~ e) の中で、芳香族アミノ酸が2つある。その組合せとして最も適当なものを下の①~⑩のうちから一つ選び、番号で答えよ。 20

- a フェニルアラニン
- b グルタミン酸
- c アスパラギン酸
- d チロシン
- e システイン

- ① a · b ② a · c ③ a · d ④ a · e ⑤ b · c
⑥ b · d ⑦ b · e ⑧ c · d ⑨ c · e ⑩ d · e

問3 アラニン、グリシン、フェニルアラニン各1分子からなる鎖状のトリペプチドには何種類の構造が考えられるか。最も適当な数を下の①~⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 21

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

【問題 8】 次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 次の記述 (a～e) の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当なものを下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a アルコールは同程度の分子量をもつ炭化水素に比べて融点・沸点が高い。
- b 第一級アルコールは、第二級アルコールよりもヒドロキシ基が結合している炭素原子に、多くの炭化水素基が結合している。
- c 第一級アルコールは過マンガン酸カリウムなどの酸化剤で酸化されてケトンになる。
- d エタノールと濃硫酸の混合物を 130～140℃に加熱すると、分子内脱水が起こり、エチレンが生成する。
- e エタノールとジエチルエーテルは互いに構造異性体の関係にある。両者の沸点を比べると、ジエチルエーテルの方が沸点が高い。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問2 次の記述（a～c）に該当するものはどれか。最も適当な組合せを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 23

- a 1-ブタノールの穏やかな酸化により得られる生成物を A、2-ブタノールの酸化により得られる生成物を B としたとき、フェーリング液に加えて加熱しても、赤色沈殿を生じない物質
- b 分子式が $C_4H_{10}O$ で表される化合物の中で、ナトリウムを加えても水素を発生しない化合物の数
- c 最も簡単な脂肪酸で、脂肪酸の中では最も強い酸性を示す物質

	a	b	c
①	A	2	ギ酸
②	A	2	酢酸
③	A	3	ギ酸
④	A	3	酢酸
⑤	B	2	ギ酸
⑥	B	2	酢酸
⑦	B	3	ギ酸
⑧	B	3	酢酸

問3 メタノールとナトリウムの反応により、標準状態で 112 mL の水素が発生したとき、反応したメタノールの物質量は何 mol か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 24 mol

- ① 1.00×10^{-2} ② 2.00×10^{-2} ③ 4.00×10^{-2}
 ④ 1.00×10^{-1} ⑤ 2.00×10^{-1} ⑥ 4.00×10^{-1}