

化学基礎

(解答番号 1 ~ 15)

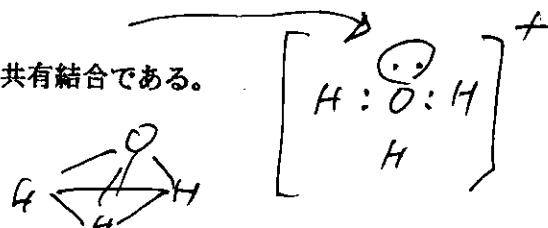
必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	C	12	N	14	O	16
Fe	56						

第1問 次の問い(問1~10)に答えよ。(配点 30)

問1 オキソニウムイオン H_3O^+ に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 1 1

- ① イオン1個がもつ電子の数は11個である。 $3+8-1=10$
- ② 非共有電子対を1組もつ。
- ③ HとOの間の結合はいずれも共有結合である。
- ④ 三角錐形の構造をとる。



問2 ヘリウム He, ネオン Ne, アルゴン Ar に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 2 3

- ① いずれも、常温・常圧で気体である。
- ② 原子半径は、He < Ne < Ar の順に大きい。
- ③ イオン化エネルギーは、He < Ne < Ar の順に大きい。 $\text{Ar} > \text{He} > \text{Ne} > \text{Ar}$
- ④ He は空気より密度が小さく、燃えないため、風船や飛行船に使われる。

問3 臭素 Br には質量数が79と81の同位体がある。 ^{12}C の質量を12としたときの、それらの相対質量と存在比(%)を表1に示す。臭素の同位体に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。 3 2

表1 ^{79}Br と ^{81}Br の相対質量と存在比

	相対質量	存在比(%)
^{79}Br	78.9	51
^{81}Br	80.9	49

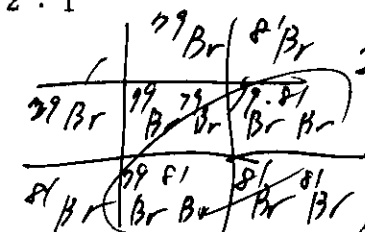
① 臭素の原子量は、 ^{79}Br と ^{81}Br の相対質量と存在比から求めた平均値である。

② ^{79}Br と ^{81}Br の化学的性質は大きく異なる。 同位体の化学的性質は

③ ^{79}Br と ^{81}Br の中性子の数は異なる。 ほぼ同じ

④ ^{79}Br と ^{81}Br からなる臭素分子 Br_2 は、おおよそ
 $^{79}\text{Br}^{79}\text{Br} : ^{79}\text{Br}^{81}\text{Br} : ^{81}\text{Br}^{81}\text{Br} = 1 : 2 : 1$

の比で存在する。



問 4 洗剤に関する次の文章中の下線部(a)~(d)に誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。 4

セッケンなどの洗剤の洗浄効果は、その主成分である界面活性剤の構造や性質と関係する。界面活性剤は、水になじみやすい部分と油になじみやすい(水になじみにくい)部分をもつ有機化合物である。そして、水に溶けない油污れなどを (a)油になじみやすい(水になじみにくい)部分が包み込み、繊維などから水中に除去する。この洗浄の作用は、界面活性剤の濃度がある一定以上のときに形成される、界面活性剤の分子が集合した粒子と関係する。そのため、 (b)界面活性剤の濃度が低いと洗浄の作用は十分にはたらかない。一方、 (c)適切な洗剤の使用量があり、それを超える量を使ってもその洗浄効果は高くなる。またセッケンの水溶液は、 (d)弱酸性を示す。加えて、カルシウムイオンを多く含む水では洗浄力が低下する。洗剤の構造や性質を理解して使用することは、環境への影響に配慮するうえで重要である。

- ① (a) ② (b) ③ (c) ④ (d)

弱塩基性

$$1.0L = 1000mL = 1000g$$

$$1000 \times \frac{0.1}{100} = 1.0g$$

$$A \dots 1 \times \frac{1}{63} = 1 \times 0.1 \times N_A$$

$$N_A = \frac{10}{63}$$

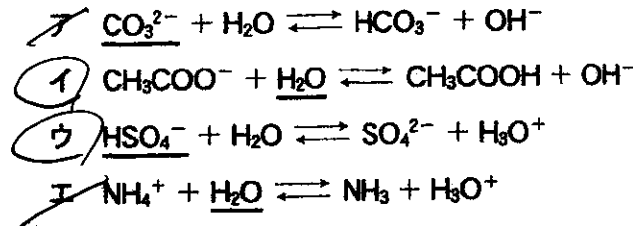
$$B \dots CH_3COOH \dots 1 \times \frac{1}{60} = 1 \times 0.1 \times N_B$$

$$N_B = \frac{10}{60}$$

$$N_A < N_B \quad (P.13)$$

問 5 次の反応ア~エのうち、下線を付した分子やイオンが酸としてはたらいっているものはどれか。正しく選択しているものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。 5

H⁺を与える



- ① ア, イ ② ア, ウ ③ ア, エ
- ④ イ, ウ ⑤ イ, エ ⑥ ウ, エ

問 6 ともに質量パーセント濃度が0.10%で体積が1.0Lの硝酸HNO₃(分子量63)の水溶液Aと酢酸CH₃COOH(分子量60)の水溶液Bがある。これらの水溶液中のHNO₃の電離度を1.0、CH₃COOHの電離度を0.032とし、溶液の密度をいずれも1.0g/cm³とする。このとき、水溶液Aと水溶液Bについて、電離している酸の物質量の大小関係、および過不足なく中和するために必要な0.10mol/Lの水酸化ナトリウムNaOH水溶液の体積の大小関係の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 6

	電離している酸の物質量	中和に必要なNaOH水溶液の体積
①	A > B	A > B
②	A > B	A < B
③	A > B	A = B
④	A < B	A > B
⑤	A < B	A < B
⑥	A < B	A = B

$$1 \times \frac{8}{1000} \times \frac{10}{1000} = 2 \times 0.05 \times \frac{10}{1000} \quad \begin{matrix} 8x = 1 \\ x = 0.125 \end{matrix}$$

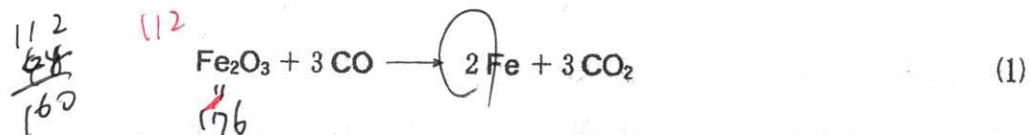
問7 濃度のわからない水酸化ナトリウム水溶液 A がある。0.0500 mol/L の希硫酸 10.0 mL をコニカルビーカーにとり、A をビュレットに入れて滴定したところ、A を 8.00 mL 加えたところで中和点に達した。A のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 7 mol/L 7c

- ① 0.0125 ② 0.0625 ③ 0.125 ④ 0.250

問8 次の記述のうち、下線を付した物質が酸化を防止する目的で用いられているものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 鉄板の表面を、亜鉛 Zn でめっきする。トアム 後aは(3)で水: ①
 ② 飲料用の水を、塩素 Cl₂ で処理する。殺菌
 ③ 煎餅の袋に、生石灰 CaO を入れた袋を入れる。乾燥剤
 ④ パンケーキの生地を、重曹(炭酸水素ナトリウム) NaHCO₃ を加える。ふくらみ粉

問9 鉄 Fe は、式(1)に従って、鉄鉱石に含まれる酸化鉄(Ⅲ) Fe₂O₃ の製錬によって工業的に得られている。



Fe₂O₃ の含有率(質量パーセント)が 48.0% の鉄鉱石がある。この鉄鉱石 1000 kg から、式(1)によって得られる Fe の質量は何 kg か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、鉄鉱石中の Fe はすべて Fe₂O₃ として存在し、鉄鉱石中の Fe₂O₃ はすべて Fe に変化するものとする。

- 9 kg
- ① 16.8 ② 33.6 ③ 84.0 ④ 168 ⑤ 336 ⑥ 480

$$1000 \times 10^3 \times \frac{48 \times 2}{160} = 176 \times 56 = 9856 \times 10^3 = 9856 \text{ kg}$$

問10 金属 A の板を入れた A の硫酸塩水溶液と、金属 B の板を入れた B の硫酸塩水溶液を素焼き板で仕切って作製した電池を図1に示す。素焼き板は、両方の水溶液が混ざるのを防ぐが、水溶液中のイオンを通すことができる。この電池の全体の反応は、式(2)によって表される。



この電池に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 10

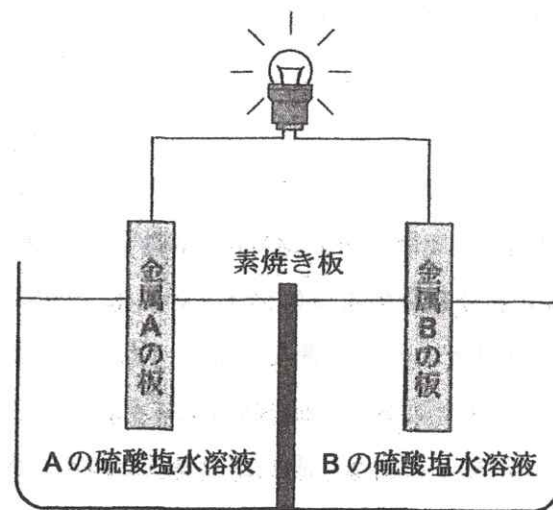
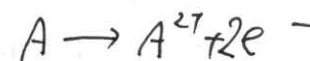
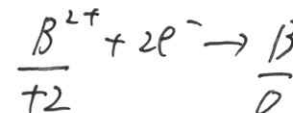


図1 電池の模式図



- ① 金属 A の板は負極としてはたらいっている。
 ② 2 mol の金属 A が反応したときに、~~4~~ mol の電子が電球を流れる。
 ③ 反応によって、B²⁺ が還元される。
 ④ 反応の進行にともない、金属 A の板の質量は減少する。



第2問 エタノール C_2H_5OH は世界で年間およそ1億キロリットル生産されており、その多くはアルコール発酵を利用している。アルコール発酵で得られる溶液のエタノール濃度は低く、高濃度のエタノール水溶液を得るには蒸留が必要である。エタノールの性質と蒸留に関する、次の問い(問1～3)に答えよ。(配点 20)

問1 エタノールに関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 11

- 中性
- ① 水溶液は塩基性を示す。
 ② 固体の密度は液体より大きい。
 ③ 完全燃焼すると、二酸化炭素と水が生じる。
 ④ 燃料や飲料、消毒薬に用いられている。

問2 文献によると、圧力 1.013×10^5 Pa で 20°C のエタノール 100 g および水 100 g を、単位時間あたりに加える熱量を同じにして加熱すると、それぞれの液体の温度は図1の実線 a および b のように変化する。 t_1 、 t_2 は残ったエタノールおよび水がそれぞれ 50 g になる時間である。一方、ある濃度のエタノール水溶液 100 g を同じ条件で加熱すると、純粋なエタノールや水と異なり、水溶液の温度は図1の破線 c のように沸騰が始まったあとも少しずつ上昇する。この理由は、加熱により水溶液のエタノール濃度が変化するためと考えられる。図1の実線 a、b および破線 c に関する記述として下線部に誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

12

④

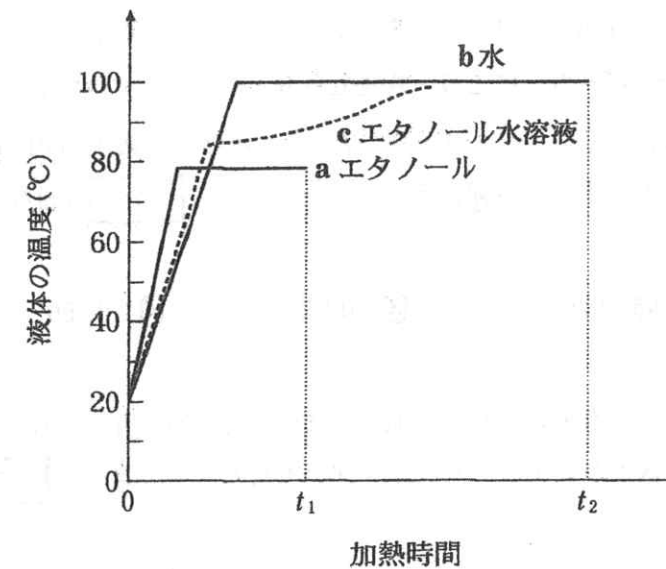


図1 エタノール(実線 a)と水(実線 b)、ある濃度のエタノール水溶液(破線 c)の加熱による温度変化

- 水の沸点が100°Cより高いから
- ① エタノールおよび水の温度を 20°C から 40°C へ上昇させるために必要な熱量は、水の方がエタノールよりも大きい。
 ② エタノール水溶液を加熱していったとき、時間 t_1 においてエタノールは水溶液中に残存している。
 ③ 純物質の沸点は物質に依存しないので、水もエタノールも、沸騰開始後に加熱を続けて液体を蒸発させても液体の温度は変わらない。
 ④ ~~エタノール 50 g が水 50 g より短時間で蒸発することから、1 g の液体を蒸発させるのに必要な熱量は、エタノールの方が水より大きいことがわかる。~~

問 3 エタノール水溶液(原液)を蒸留すると、蒸発した気体を液体として回収した水溶液(蒸留液)と、蒸発せずに残った水溶液(残留液)が得られる。このとき、蒸留液のエタノール濃度が、原液のエタノール濃度によってどのように変化するかを調べるために、次の操作Ⅰ～Ⅲを行った。

操作Ⅰ 試料として、質量パーセント濃度が10%から90%までの9種類のエタノール水溶液(原液A~I)をつくった。

操作Ⅱ 蒸留装置を用いて、原液A~Iをそれぞれ加熱し、蒸発した気体をすべて回収して、原液の質量の $\frac{1}{10}$ の蒸留液と $\frac{9}{10}$ の残留液を得た。



操作Ⅲ 得られた蒸留液のエタノール濃度を測定した。

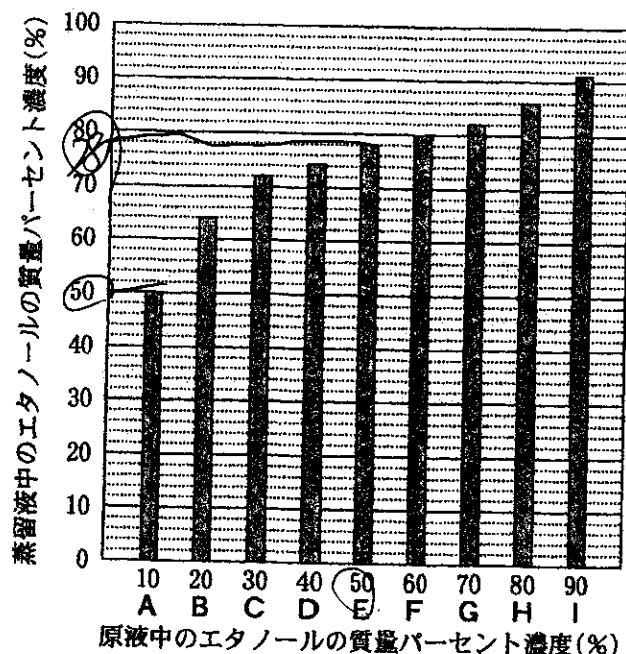


図2 原液A~I中のエタノールの質量パーセント濃度と蒸留液中のエタノールの質量パーセント濃度の関係

図2に、原液A~Iを用いたときの蒸留液中のエタノールの質量パーセント濃度を示す。図2より、たとえば質量パーセント濃度10%のエタノール水溶液(原液A)に対して操作Ⅱ・Ⅲを行うと、蒸留液中のエタノールの質量パーセント濃度は50%と高くなるのがわかる。次の問い(a~c)に答えよ。

a 操作Ⅰで、原液Aをつくる手順として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、エタノールと水の密度はそれぞれ

0.79 g/cm³, 1.00 g/cm³とする。 13

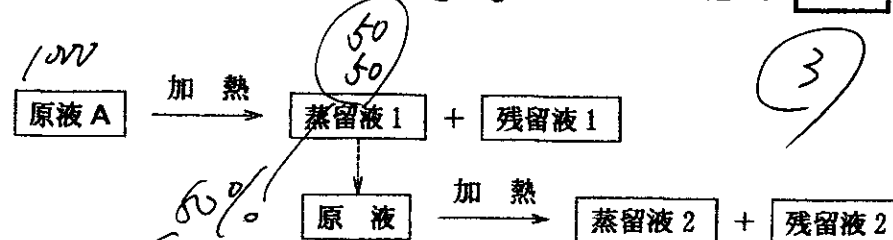
- ① エタノール100gをビーカーに入れ、水900gを加える。
- ② エタノール100gをビーカーに入れ、水1000gを加える。
- ③ エタノール100mLをビーカーに入れ、水900mLを加える。
- ④ エタノール100mLをビーカーに入れ、水1000mLを加える。

Handwritten calculation: $\frac{100}{100+900} \times 100 = 10\%$

b 原液Aに対して操作Ⅱ・Ⅲを行ったとき、残留液中のエタノールの質量パーセント濃度は何%か。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 14 %

- ① 4.4
- ② 5.0
- ③ 5.6
- ④ 6.7
- ⑤ 10

c 蒸留を繰り返すと、より高濃度のエタノール水溶液が得られる。そこで、操作Ⅱで原液Aを蒸留して得られた蒸留液1を再び原液とし、操作Ⅱと同様に蒸留液2を得た。蒸留液2のエタノールの質量パーセント濃度は何%か。最も適当な数値を、後の①~⑤のうちから一つ選べ。 15 %



Handwritten calculation for part c: $50 \times \frac{50}{100} = 25$, $25 \times \frac{50}{100} = 12.5$, $12.5 \times \frac{50}{100} = 6.25$, $6.25 \times \frac{50}{100} = 3.125$. Total ethanol = 100 + 25 + 12.5 + 6.25 + 3.125 = 146.875g. Total water = 900 + 450 + 225 + 112.5 = 1787.5g. Total mass = 1934.375g. Concentration = $\frac{146.875}{1934.375} \times 100 \approx 7.6\%$. (Note: The handwritten answer is 78%, which seems to be a misinterpretation of the calculation or a different method.)

- ① 64
- ② 72
- ③ 78
- ④ 82
- ⑤ 91