近畿大学

2024 年度　一般選抜　化学

（2 科目　120 分）

必要があれば，次の値を使用せよ。原子量：H = 1.00，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0，F = 19.0，Na = 23.0，S = 32.0，Ba = 137

I 次の問 (1)，問 (2) に答えよ。

問 (1) ハロゲンに関する次の文章を読み，以下の設問 (a)〜(e) に答えよ。

元素の周期表で（ **A** ）族に属する元素のことをハロゲンという。これらの原子は価電子を（ **B** ）個もち，（ **C** ）が大きいため，電子 1 個を取り込み陰イオンになりやすい。ハロゲンの単体はいずれも二原子分子からなり，原子番号の大きいものほど沸点が（ **ア** ）く，①酸化力が（ **イ** ）い。一方，ハロゲン化水素の沸点は，分子量の最も小さなフッ化水素が最も（ **ウ** ）い。これは分子間の（ **D** ）によるものである。水中でのハロゲン化水素の酸としての強さは，フッ化水素，塩化水素，臭化水素，ヨウ化水素の中では，分子量の最も大きなヨウ化水素が最も（ **エ** ）い。この理由として，ヨウ化物イオンはイオン半径が大きいため，水素イオンとの（ **E** ）は（ **オ** ）く，電離し（ **カ** ）いため，酸としての強さが（ **エ** ）くなると考えられる。

(a) 空欄（ **A** ），（ **B** ）にあてはまる適切な数字を記入せよ。

(b) 空欄（ **C** ）〜（ **E** ）にあてはまる最も適切な語句を下記の選択肢の中から選べ。ただし，同じ語句を何度選んでもよい。

（静電気力，　電気陰性度，　電子親和力，　イオン化エネルギー，　ファンデルワールス力，　極性，　共有結合，　配位結合，　水素結合，　イオン結合）

(c) 空欄（ **ア** ）〜（ **カ** ）にあてはまる最も適切な語句を，下記の選択肢の中から選べ。ただし，同じ語句を何度選んでもよい。

（強，　弱，　高，　低，　やす，　にく）

(d) **下線部①**の結果として，ヨウ化ナトリウム水溶液に臭素を加えた場合，どのような反応が起こるか。反応が起こる場合はその化学反応式をかき，何も起こらない場合は，「起こらない」と記入せよ。

(e) ある温度で 0.020 mol/L のフッ化水素酸の電離度が 0.15 であるとき，この溶液の pH とフッ化水素の電離定数 K_a はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし，$\log_{10} 2 = 0.30$，$\log_{10} 3 = 0.50$ とする。

問 (2) 次の文章を読み，以下の設問 (a)〜(f) に答えよ。

硫酸アンモニウムと硝酸ナトリウムの混合物 6.55 g を水に溶解させ，①その体積を 200.0 mL としたのち，②そこから 20.0 mL をビーカーに移した。③これに水酸化ナトリウム 1.0 g を加え，発生した気体を全て希硫酸 50.0 mL に吸収させた。④この溶液を，メチルオレンジを指示薬として 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ，中和までに 20.0 mL を要した。この滴定後の溶液に，⑤水酸化バリウムを過剰に加えて生じた沈殿をろ過，乾燥後，質量を測定したところ 1.40 g であった。

(a) **下線部①**および**下線部②**の操作を正確に行う場合に，必要となるガラス器具を下記の選択肢からそれぞれ一つ選べ。
（メスシリンダー，メスフラスコ，試験管，ホールピペット，ビュレット）

(b) **下線部③**における気体発生の化学反応式をかけ。

(c) **下線部③**で発生した気体の体積は，標準状態（0 ℃，1 気圧）でいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし，気体は理想気体として扱い，水への溶解は考慮しない。また，標準状態における理想気体 1 mol の体積は 22.4 L とする。

(d) **下線部④**における指示薬の色は，中和前後でどう変化するか。下記の選択肢から適切なものを一つ選べ。

ア：黄色から青色　　**イ**：黄色から無色　　**ウ**：無色から黄色
エ：赤色から黄色　　**オ**：黄色から赤色

(e) **下線部⑤**で生じた沈殿の化学式をかけ。

(f) 最初の混合物中の硝酸ナトリウムの重さの割合（重量 %）はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。

II 次の分配平衡に関する文章を読み，以下の設問 (a)〜(j) に答えよ。

水とヘキサンのように互いに混じり合わない溶媒を使用し，水溶液に溶解している化合物をヘキサン層へ抽出することができる。これは分配平衡を利用したものであり，化合物が水とヘキサンの二つの溶媒に溶解したとき，平衡状態における両液層中の化合物の濃度比 K は分配係数と呼ばれ，温度一定のとき一定値を示す。

$$K = \frac{\text{ヘキサン層中の濃度}}{\text{水層中の濃度}}$$

いま，水にもヘキサンにも溶解する**化合物 A** と，水にのみ溶解する**不純物 B** がある。**不純物 B** と 12.0 g の**化合物 A** が溶解した 300 mL の水溶液（**水溶液 X**）を用いて，温度，圧力一定の条件において，以下の**実験 1〜3** を行った。ただし，**不純物 B** の存在は**化合物 A** の溶解度に影響しないものとする。

実験 1　分液ろうとに**水溶液 X** を 100 mL 入れ，ヘキサン 100 mL を加え，①よく振り混ぜた後，静置した。

実験 2　別の分液ろうとに**水溶液 X** を 100 mL 入れ，ヘキサンを適量加え，よく振り混ぜた後，静置した。

(a) 以下の化合物のうち，ヘキサンに溶けやすい物質を全て挙げよ。
（塩化ナトリウム，スクロース，ナフタレン，ヨウ素，硫酸銅 (II) 無水物）

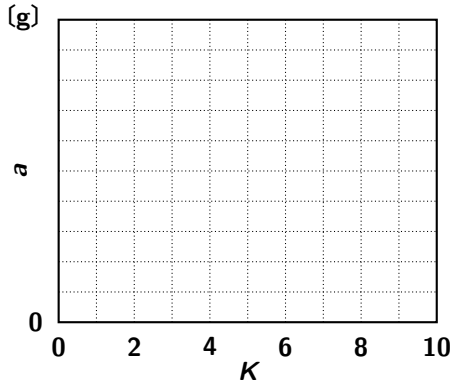
(b) **下線部①**の操作によって，分配平衡が平衡状態に達するまでの時間を短くすることができる。その理由を 20〜40 字で答えよ。

(c) **実験 1** において，最終的にヘキサン層に含まれる**化合物 A** の質量 a〔g〕を，K を用いて答えよ。

(d) **実験 1** において，$K = 0,\ 1.00,\ 4.00,\ 9.00$ における a〔g〕を有効数字二桁で求め，a と K の関係をグラフに表せ。

（注）解答欄には次の表と方眼が与えられている。

K	0	1.00	4.00	9.00
a / g				



(e) **実験 2** において，100 mL の**水溶液 X** に含まれていた**化合物 A** の 90 % をヘキサン層に抽出するために必要なヘキサンの体積を，K を用いて答えよ。ただし，$K > 0$ とする。

実験 3　別の分液ろうとに**水溶液 X** を 100 mL 入れ，ヘキサン 50.0 mL を加え，よく振り混ぜた後，静置して分液ろうとから水層を取り出した（1 回目の抽出）。取り出した水層に新たにヘキサン 50.0 mL を加え，よく振り混ぜた後，静置した（2 回目の抽出）。

(f) **実験 3** において，1 回目の抽出のヘキサン層に含まれる**化合物 A** の質量を c〔g〕としたとき，**実験 1** における抽出量との質量比 c/a を，K を用いて表せ。ただし，$K > 0$ とする。

(g) 質量比 c/a の値を，K が十分に大きいときと小さいときについて，それぞれ求めよ。

(h) **実験 3** において，2 回目の抽出のヘキサン層に含まれる**化合物 A** の質量を，K を用いて表せ。

(i) **実験 3** において，$K = 4.00$ のとき，2 回目の抽出の後に水層に残った**化合物 A** の質量を，有効数字三桁で求めよ。

(j) **実験 1** と**実験 3** において，抽出に使用したヘキサンの総量は同じであるが，最終的にヘキサン層

に抽出された**化合物 A** の総量は異なる。$K = 4.00$ のとき，**実験 1** に比べて**実験 3** で抽出される**化合物 A** は何倍になるか。導出過程とあわせて，有効数字二桁で求めよ。

III 次の文章を読んで，以下の設問 (a)〜(h) に答えよ。

縮合重合で得られる合成繊維の一つとしてナイロン 66 がある。ナイロン 66 は，1935 年に［ **A** ］により発明された合成繊維である高分子である。ナイロン 66 は，ポリ［ **B** ］系合成繊維であり，［ **B** ］結合をもち，吸湿性は少ないが，分子間に［ **C** ］結合が形成されているため，強度や耐久性に優れている。

①このナイロン 66 は，ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸を混合して，加熱すると得ることができる。

アジピン酸の代わりに，アジピン酸ジクロリド（$ClCO(CH_2)_4COCl$）を用いて，次のようにナイロン 66 を合成した。ビーカーに水を入れ，②水酸化ナトリウムを適量溶かした。これにヘキサメチレンジアミンを溶かした。この溶液に，あらかじめシクロヘキサンにアジピン酸ジクロリドを溶かした溶液を，ガラス棒を伝わらせながら静かに注いだ。界面に生成したナイロン 66 をピンセットで静かに引き上げ，洗浄と乾燥を行うことで，ナイロン 66 を得た。

また, 付加重合で得られる合成繊維の一つとして, ビニロンが知られている（図 1)。ビニロンは, 1939 年に［ **D** ］が発明した合成繊維である。ビニロンを合成する方法は次の通りである。［ **E** ］を付加重合させて，［ **F** ］を作り，これを水酸化ナトリウム水溶液でけん化すると，［ **G** ］が得られる。③［ **G** ］は水に溶けやすいため，［ **G** ］の繰り返し単位の一部をホルムアルデヒド水溶液（ホルマリン）でアセタール化の処理をすることで，水に不溶な繊維であるビニロンが得られる。

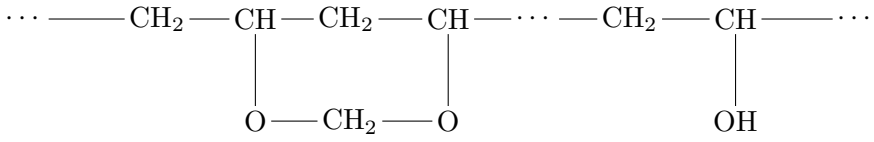


図 1　ビニロン

(a) 空欄 **A** , **D** に適切な人名を記号で選べ。

(ア) ワトソン	(キ) 桜田一郎	(ス) 福井謙一
(イ) 野依良治	(ク) ルシャトリエ	(セ) ハーバー
(ウ) 白川英樹	(ケ) ボイル	(ソ) ボッシュ
(エ) ウェーラー	(コ) 下村 脩	(タ) 田中耕一
(オ) カロザース	(サ) リービッヒ	(チ) ファラデー
(カ) ケクレ	(シ) 鈴木 章	(ツ) アレニウス

(b) 空欄 **B** ～ **C** , および **E** ～ **G** に適切な語句をかけ。

(c) **下線部①**の重合反応を，ヘキサメチレンジアミン 1 mol と，アジピン酸を少しだけ多めの x〔mol〕（$1 < x < 1.2$）を用いておこなった。全てのヘキサメチレンジアミンとアジピン酸が反応に使われて，CO_2H 基を両末端とするナイロン 66 のみが得られたとする。このナイロン 66 の平均重合度を m とするとき，x を用いて m を示せ。

(d) 設問 (c) の結果に基づき，平均重合度 m がより大きな値となるようなナイロン 66 を得るためには，x の値をどうすれば良いか答えよ。

(e) ヘキサメチレンジアミン（n〔mol〕）とアジピン酸ジクロリド（n〔mol〕）から重合度 n のナイロン 66 が合成されるときの化学反応式をかけ。ただし，ナイロン 66 の両末端は示さなくて良い。

(f) **下線部②**で水酸化ナトリウム水溶液を使う理由を答えよ。

(g) **下線部③**の理由を答えよ。

(h) 1.00 kg の **G** に含まれるヒドロキシル基の 20.0% をアセタール化する場合，必要なホルムアルデヒドの質量を有効数字 3 桁で答えよ。ただし，**G** の平均重合度は十分に大きいものとする。