

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次のa～cに当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a 分子中の総電子数が他と異なるもの。

- ① HF ② CH₄ ③ NH₃ ④ CO₂

b イオン結合を含む化合物。

- ① 硫酸アンモニウム ② 塩化水素
③ 二酸化ケイ素 ④ エタノール

c 金属を含まない族に属する元素。

- ① 炭素 ② 硫黄 ③ 塩素 ④ 窒素

問2 次の分子ア～ウについて、1対の非共有電子対と3対の共有電子対をもつものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

ア アンモニア イ 水 ウ メタノール

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問3 ある金属Mの塩化物 MCl_2 の式量をXとする。この金属の酸化物 M_2O_3 の式量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、原子量は $O = 16$, $Cl = 35.5$ とする。 5

- ① $X - 23$ ② $X + 119$ ③ $2X - 94$ ④ $2X + 190$

問4 次の記述に関する問い(a・b)に答えよ。

濃度不明の酢酸水溶液の濃度を測定するため、そのア水溶液10.0mLを測りとり、濃度0.10mol/Lのイ水酸化ナトリウム水溶液を滴下して中和滴定をおこなった。

a 下線部ア、イで用いる器具の名称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

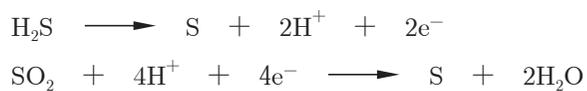
| | ア | イ |
|---|---------|---------|
| ① | メスシリンダー | ビュレット |
| ② | メスシリンダー | ホールピペット |
| ③ | ホールピペット | ビュレット |
| ④ | ホールピペット | メスシリンダー |
| ⑤ | ビュレット | ホールピペット |
| ⑥ | ビュレット | メスシリンダー |

b 下線部イで用いる器具の使い方として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 純水でよく洗ったのち、ただちに使用する。
- ② 純水でよく洗ったのち、加熱乾燥して使用する。
- ③ 純水でよく洗ったのち、器具内部を少量の0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で数回洗い、加熱乾燥して使用する。
- ④ 純水でよく洗ったのち、器具内部を少量の0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で数回洗ってから、ただちに使用する。

化学基礎・化学

問5 硫化水素の水溶液に二酸化硫黄を吹き込むと、次の式で表される反応が起こって硫黄が遊離し、白く濁る。



二酸化硫黄0.32gと過不足なく反応するためには何gの硫化水素が必要か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量はH = 1.0, O = 16, S = 32とする。 g

- ① 0.32 ② 0.34 ③ 0.64 ④ 0.68

第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 図1はイオン結晶の単位格子を表したものである。図1中の○は単位格子の各面の中心及び各頂点に位置し、●は単位格子を構成する8個の各小立方体の中心に位置している。

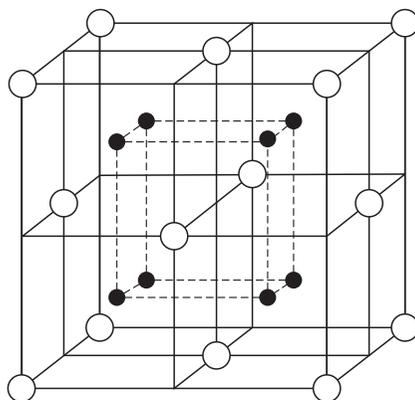


図 1

●が陽イオンであるとき、単位格子が同様な構造の結晶となりうる化合物として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | | |
|------------|-----------|
| ① 塩化ナトリウム | ② 塩化カルシウム |
| ③ 塩化アルミニウム | ④ 酸化ナトリウム |

問2 図2のように、連結部分を含めて容積2.0Lの容器Aに 3.0×10^5 Paの CH_4 が、連結部分を含めて容積3.0Lの容器Bに 1.0×10^5 Paの N_2 が入っている。温度を一定に保ったまま、連結部分のコックを開けて十分な時間がたったのち、容器内の全圧は何Paか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。 2 Pa

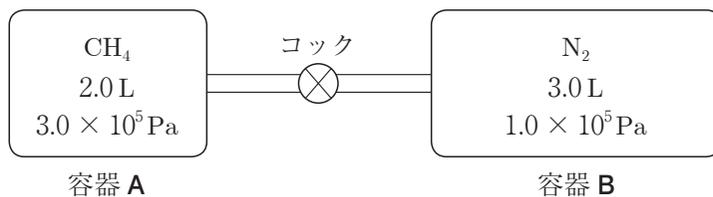


図 2

- ① 6.0×10^4 ② 1.2×10^5 ③ 1.8×10^5 ④ 7.2×10^5

化学基礎・化学

問3 ビーカー A, B, Cにそれぞれ塩化カルシウム 2.0×10^{-2} mol, 塩化ナトリウム 2.5×10^{-2} mol, グルコース 3.0×10^{-2} molを入れ, 水を100mLずつ加えて3種類の溶液を調整した。その後, ビーカーを図3のような密閉した容器中に置き, 長時間放置した。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

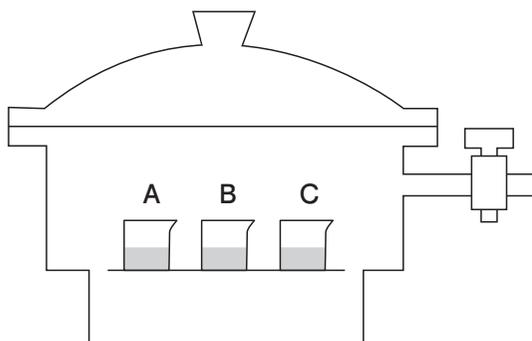


図 3

a 調整直後の3種類の水溶液の沸点についての記述として最も適当なものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① Aの沸点が最も高い
- ② Bの沸点が最も高い
- ③ Cの沸点が最も高い
- ④ A, B, Cの沸点はともに等しい

b 長時間放置したのちのA, B, Cの質量についての記述として最も適当なものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① Aの質量が最も減少している
- ② Bの質量が最も減少している
- ③ Cの質量が最も減少している
- ④ A, B, Cともに質量の変化は見られない

問4 水素とヨウ素から、ヨウ化水素が生成する反応の反応熱とH-H、I-Iの結合エネルギーの関係を示した図4から、H-Iの結合エネルギーを求めるといくらになるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。 5 kJ/mol

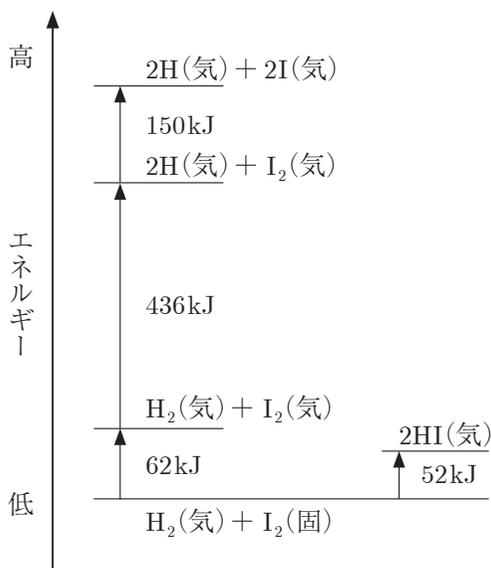


図 4

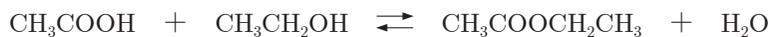
- ① 267 ② 298 ③ 350 ④ 596

問5 化学反応の速さに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 反応物の濃度が大きくなると、単位時間あたりの反応物の衝突回数が増加し、反応速度は大きくなる。
- ② 温度を高くすると反応速度が大きくなるのは活性化エネルギー以上のエネルギーをもつ粒子の数が増加することによる。
- ③ 活性化エネルギーとは、反応物のもつエネルギーと、活性化状態のエネルギーの差である。
- ④ 触媒は、活性化エネルギーと反応熱の両方を変化させる。

化学基礎・化学

問6 酢酸3.0molとエタノール3.0molの混合物を25℃に保ったところ、次のような反応が起こって酢酸エチルが2.0mol生成し、平衡状態になった。



これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 25℃におけるこの反応の平衡定数として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 1.0 ② 2.0 ③ 4.0 ④ 16

b 酢酸2.0molとエタノール2.0molの混合物を25℃に保って平衡状態に達したとき、混合物中に酢酸エチルは何mol存在しているか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 mol

- ① 0.40 ② 0.67 ③ 1.0 ④ 1.3

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 硫酸に関わる次の化学反応式①～④のうちから、濃硫酸が沸点の高い、不揮発性の物質であることを示すもの一つ選べ。



問2 窒素の化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

① 一酸化窒素は、空気に触れるとすぐに酸化されて二酸化窒素になる。

② 二酸化窒素は刺激臭をもつ赤褐色の気体である。

③ アンモニアに濃塩酸を近づけると、白煙を生じる。

④ 硝酸は工業的には接触法で製造されている。

問3 14族元素の炭素、ケイ素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

① ケイ素Siは地殻中に酸素に次いで多く存在する元素である。

② ダイヤモンドは電気を通さないが、ケイ素は導体と絶縁体の中間の電気伝導性をもつ。

③ ケイ素の単体は黒鉛よりもやわらかい。

④ 二酸化ケイ素は水に溶けにくいですが、酸性酸化物であるため塩基とは反応する。

問4 アルミニウムの製造に関する次の記述中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **4**

アルミニウムの単体を得るには、まず鉱石であるボーキサイトから **ア** を精製する。**ア** の融点は約2000℃と高いため、**イ** を約1000℃に加熱して融解したものに **ア** を溶かす。炭素電極を用いてこれを電気分解すると **ウ** 極にアルミニウムの単体が得られる。

| | ア | イ | ウ |
|---|-----------|-----|---|
| ① | 水酸化アルミニウム | ケイ砂 | 陽 |
| ② | 水酸化アルミニウム | ケイ砂 | 陰 |
| ③ | 水酸化アルミニウム | 氷晶石 | 陽 |
| ④ | 水酸化アルミニウム | 氷晶石 | 陰 |
| ⑤ | 酸化アルミニウム | ケイ砂 | 陽 |
| ⑥ | 酸化アルミニウム | ケイ砂 | 陰 |
| ⑦ | 酸化アルミニウム | 氷晶石 | 陽 |
| ⑧ | 酸化アルミニウム | 氷晶石 | 陰 |

問5 銅に関する次の記述の下線部①~④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。

5

銅は希硫酸や塩酸とは反応しないが、硝酸や熱濃硫酸には反応して溶ける。熱濃硫酸との反応液から①青色結晶が得られる。この結晶の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると②青白色沈殿を生じる。この沈殿の一部をとり、加熱すると③白色に変化する。残りの沈殿を含む水溶液にアンモニア水を加えると、④深青色水溶液になる。

第4問 次の各問い(問1～9)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 炭化水素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① シクロアルカン是一般式 C_nH_{2n} (n は 3 以上) で表される。
- ② メタンと塩素の混合気体に光を照射すると置換反応が起こる。
- ③ アセチレン分子では、炭素原子、水素原子が同一直線上に存在する。
- ④ プロペンには幾何異性体が存在する。

問2 3-メチル 2-ブタノールの分子内にはいくつの不斉炭素原子があるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 0
- ② 1
- ③ 2
- ④ 3

問3 炭素、酸素、水素からなる化合物Aは次の条件ア～ウをすべて満たす。化合物Aとして最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ア 1 mol の A を完全燃焼させると 4 mol の二酸化炭素と 5 mol の水が生じた。
- イ A はナトリウムとは反応したが、水酸化ナトリウムとは反応しなかった。
- ウ A をおだやかに酸化させたときに得られる中性の化合物は、銀鏡反応を示さなかった。

- ① 1-ブタノール
- ② 2-メチル-2-ブタノール
- ③ 2-ブタノール
- ④ 2-メチル 2-プロパノール
- ⑤ ジメチルエーテル

問4 酢酸に関する次の記述中の下線部①～④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。 4

酢酸は無色の刺激臭をもつ液体で、水によく溶ける。純度の高い酢酸は、冬季には凝固するので①無水酢酸と呼ばれる。酢酸は工業的には、エチレンを触媒のもとで酸化して②アセトアルデヒドとし、さらにそれを酸化することによってつくられている。

酢酸とメタノールを少量の濃硫酸とともに加熱すると、脱水縮合反応が起こり③酢酸メチルが得られる。③と構造異性体の関係にあるカルボン酸は④プロピオン酸である。

問5 セッケンあるいは合成洗剤についての次の記述①～④のうちから、合成洗剤に特徴的な性質を一つ選べ。 5

- ① 弱酸の塩であるため、水に溶けたときに弱塩基性を示す。
- ② 強酸の塩であるため、水に溶けたときに中性を示す。
- ③ 油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えることによって得られる。
- ④ 硬水中で難溶性の塩をつくって沈殿する。

化学基礎・化学

問6 次の記述中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる数値および語の組合せとして最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。 **6**

分子式 C_8H_{10} で表される芳香族炭化水素には **ア** 種類の構造異性体が存在する。このうちのオルト二置換体の物質を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると分子式 $C_8H_6O_4$ の **イ** が得られる。**イ** は加熱により分子内で脱水して酸無水物となる。**イ** の構造異性体である **ウ** は合成樹脂であるPET(ポリエチレンテラフタレート)の原料として用いられる。

| | ア | イ | ウ |
|---|---|--------|--------|
| ① | 3 | フタル酸 | テレフタル酸 |
| ② | 3 | テレフタル酸 | フタル酸 |
| ③ | 4 | フタル酸 | テレフタル酸 |
| ④ | 4 | テレフタル酸 | フタル酸 |

問7 フェノール，安息香酸，アニリン，ニトロベンゼンの混合エーテル溶液から，分液ろうとを用いて，図1のように分離を行った。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

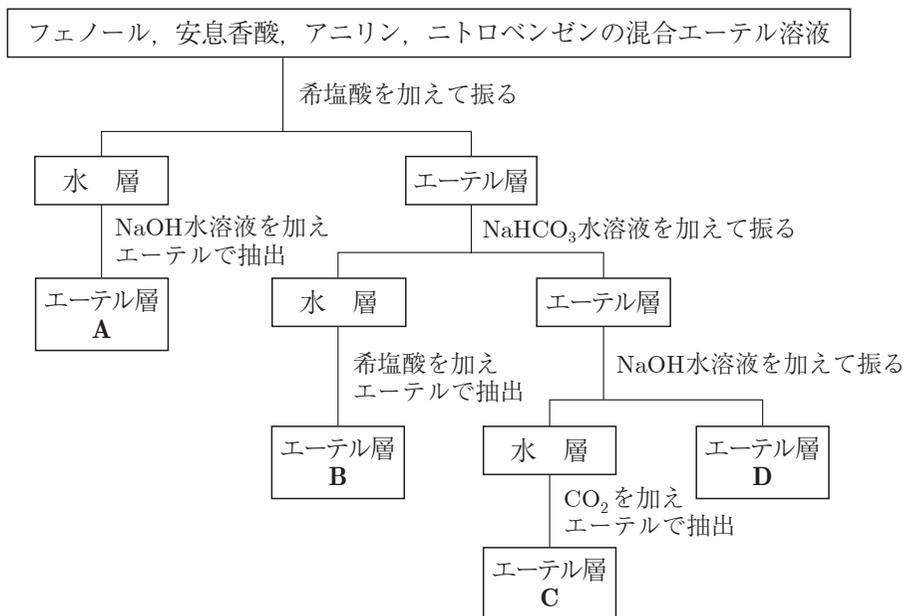


図 1

a フェノールはどのエーテル層に含まれるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 7

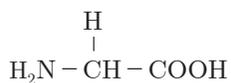
- | | |
|----------|----------|
| ① エーテル層A | ② エーテル層B |
| ③ エーテル層C | ④ エーテル層D |

b フェノールを検出する試薬として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 8

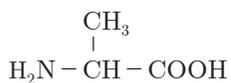
- | | |
|-------------|-------------|
| ① ニンヒドリン水溶液 | ② さらし粉水溶液 |
| ③ フェーリング液 | ④ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 |

化学基礎・化学

問8 次のグリシン 1 分子とアラニン 1 分子が一つのアミド結合をつくって生じるジペプチドには、光学異性体を含めて何種類の異性体があるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。 9 種類



グリシン



アラニン

① 2

② 4

③ 6

④ 8

問9 次の化合物①～④のうちから、DNAに含まれるデオキシリボースを一つ選べ。

10

