

化学基礎・化学

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～4)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 (第一)イオン化エネルギーが最も大きな元素。

- ① Li ② Na ③ F ④ He

b 水溶液を白金線につけ、ガスバーナーの外炎に入れると、黄色の炎が見られる化合物。

- ① 炭酸ナトリウム ② 水酸化バリウム
③ 硫酸銅(Ⅱ) ④ 硝酸カリウム

c とともに酸性酸化物である化合物の組合せ。

- ① ZnO, Na₂O ② Al₂O₃, SiO₂ ③ CO₂, NO₂ ④ MgO, CaO

問2 図1は $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ の圧力下における、17族元素の水素化合物の分子量と沸点の関係を示したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 4

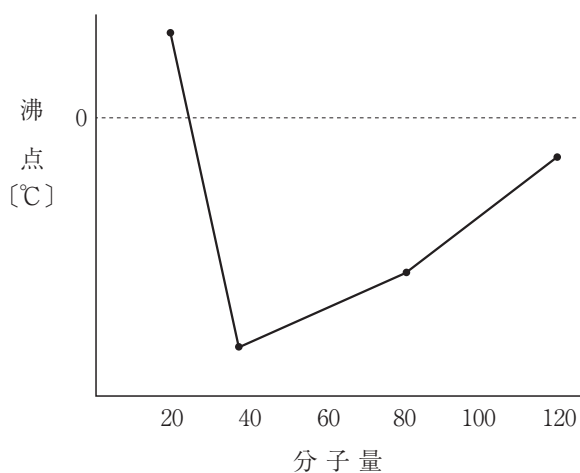


図 1

- ① 最も沸点が低いのは塩化水素HClである。
- ② 0℃ではフッ化水素HFのみが液体として存在している。
- ③ フッ化水素HFを除くと、分子量が大きいほど沸点が高くなっている。
- ④ 17族元素の水素化合物はすべて2原子分子であるので、極性の大きさはどの分子も同じである。

問3 図2は、 0.10mol/L の酢酸水溶液 10mL を水酸化ナトリウム水溶液で滴定したときの滴定曲線である。この滴定に関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5

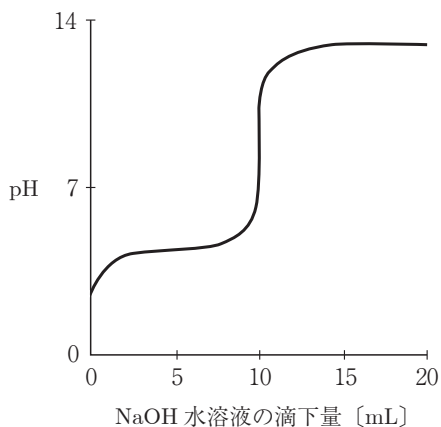


図 2

- ① この滴定では指示薬としてフェノールフタレインを用いるのが適当である。
- ② 使用した水酸化ナトリウム水溶液の濃度は 0.10mol/L である。
- ③ 滴定に用いる塩基を、同濃度の水酸化バリウム水溶液に変えると中和点までに加える水酸化バリウム水溶液の体積は 20mL となる。
- ④ 酸の水溶液を 0.10mol/L の塩酸 10mL に変えても、中和点までに加える水酸化ナトリウム水溶液の体積は 10mL である。

問4 $4.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ シュウ酸水溶液 20.0mL を三角フラスコにとり、硫酸酸性としたのち、過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、25.0mL 加えたところで赤紫色が消えなくなった。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 下線部の操作で用いる器具として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

① メスピペット

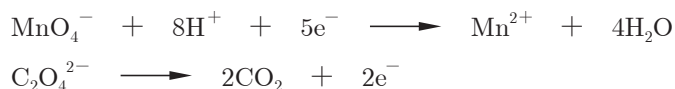
② ホールピペット

③ メスシリンダー

④ ビュレット

b 使用した過マンガン酸カリウム水溶液の濃度はいくらか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、過マンガン酸イオンとシュウ酸イオンは酸性下でそれぞれ酸化剤、還元剤として次のように反応する。

7 mol/L



① 1.28×10^{-2} ② 2.56×10^{-2} ③ 3.84×10^{-2} ④ 5.12×10^{-2}

第2問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 7〕 (配点 25)

問1 物質の状態変化に関する次の記述①～④のうちから、下線部に誤りがあるものを一つ選べ。 1

- ① おもりをつけたピアノ線を牛乳パックでつくった氷の上かけると、時間がたつにつれてピアノ線が氷の中に入っていくのは、氷に圧力を加えると融解して水になるからである。
- ② 手にエタノールをぬると冷たく感じるのは、エタノールが蒸発するときに熱を奪うからである。
- ③ 冷凍庫内の氷が少しずつ小さくなっていくのは、氷が直接水蒸気になるからである。この現象を昇華という。
- ④ 湯を沸かしているときに湯気が白く見えるのは、水蒸気が凝固して生じる液体の微粒子により、光が散乱されるからである。

問2 酸素9.6gと窒素5.6gの混合気体を、127℃、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保つと体積は何Lになるか。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 $N = 14$ 、 $O = 16$ 、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。 2 L

- ① 8.3 ② 17 ③ 33 ④ 66

問3 図1は3種類の物質の溶解度曲線である。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 3

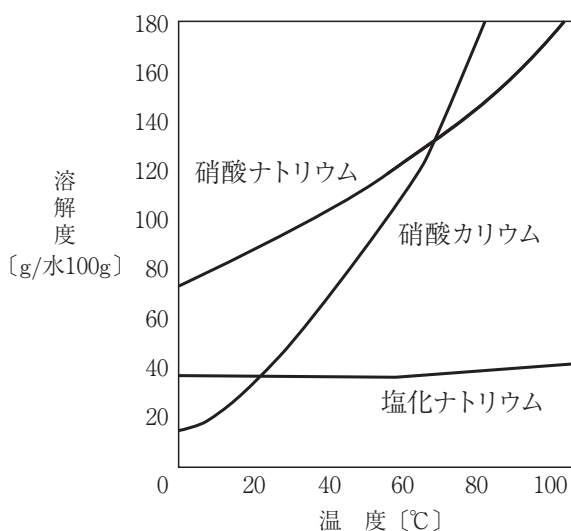


図 1

- ① 30℃から60℃で100gの水に最も溶けにくい物質は塩化ナトリウムである。
- ② 10℃の水100gに50g以上溶ける物質は硝酸ナトリウムのみである。
- ③ 50℃の飽和水溶液100gに含まれる溶質の質量が最大の物質は硝酸ナトリウムである。
- ④ 水100gに20gの溶質を溶かした溶液を0℃まで冷却しても結晶が析出する溶液はない。

問4 図2のような装置のA内に0.30molのショ糖を200gの水に溶かした溶液を、B内に0.20molのショ糖を300gの水に溶かした溶液をそれぞれ入れた。コックを開けると、蒸気圧の大きい溶液から小さい溶液へ水が移動し、長時間経過したのちにはA内とB内の溶液の質量モル濃度は等しくなった。A内の溶液中の水の質量は何gになったか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、蒸発している水の質量は無視できるものとする。 4 g

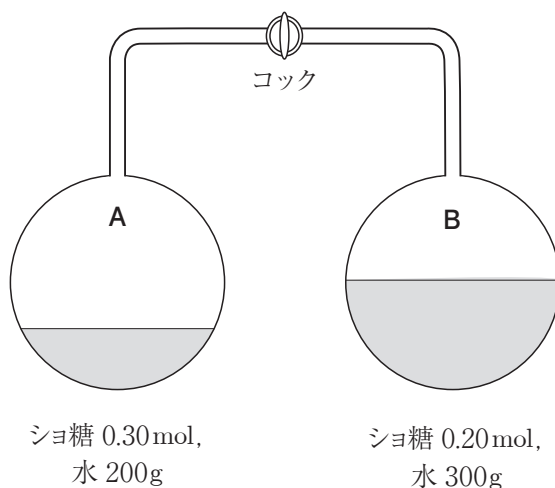


図 2

① 150

② 200

③ 250

④ 300

問5 図3は五つの反応に関するエネルギーの変化を示したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

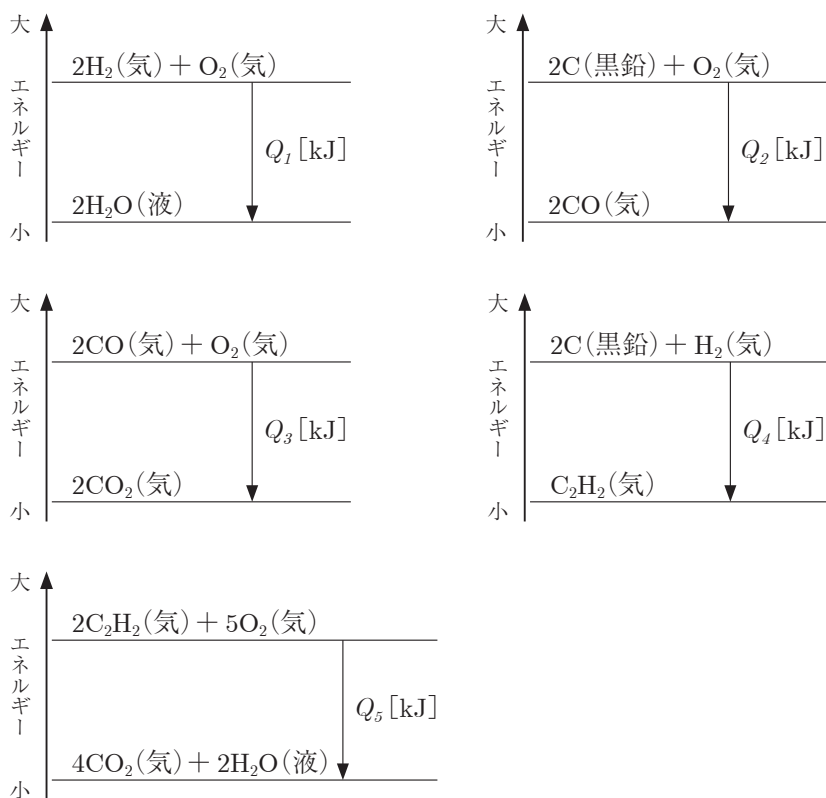
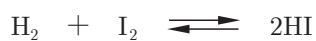


図 3

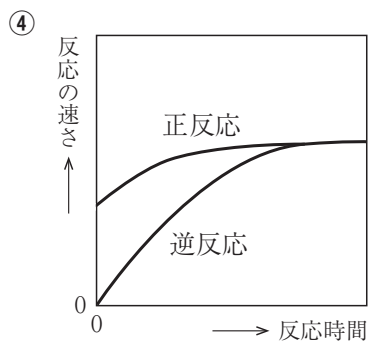
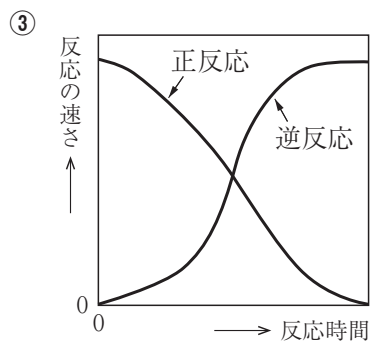
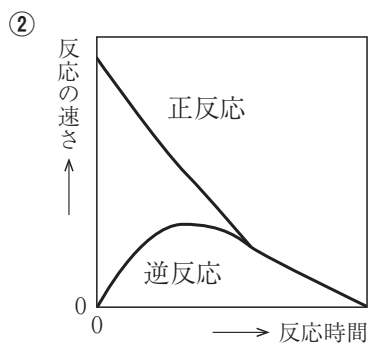
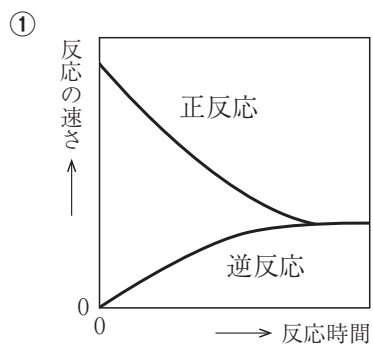
- ① 水(液)の生成熱は $\frac{1}{2} Q_1$ [kJ/mol] である。
- ② 炭素(黒鉛)の燃焼熱は $\frac{1}{2} Q_2$ [kJ/mol] である。
- ③ 一酸化炭素(気)の燃焼熱は $\frac{1}{2} Q_3$ [kJ/mol] である。
- ④ アセチレン(気)の生成熱は Q_4 [kJ/mol] である。
- ⑤ アセチレン(気)の燃焼熱は $\frac{1}{2} Q_5$ [kJ/mol] である。

問6 容積一定の密閉容器に水素とヨウ素を入れて600Kに保つと、次に示す反応が起こり、やがて平衡に達する。



右向きを正反応、左向きを逆反応とすると、反応開始後の正反応の速さと逆反応の速さを表す図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6



問7 液体の酢酸0.50molとエタノール0.60molを混合し、25℃に保ったところ、次の反応が起こって平衡状態になった。



平衡状態では、酢酸が0.10mol残っていた。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。ただし、反応の前後での液体の体積変化は無視できるものとする。

7

- ① 1.3×10^{-1} ② 5.3×10^{-1} ③ 2.0 ④ 8.0

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 5〕 (配点 20)

問1 濃硫酸の性質に関する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

- ① 濃硫酸は吸湿性が高いので、スクロースに濃硫酸を加えると炭化する。
- ② 濃硫酸は蒸発熱が大きいので、希硫酸をつくるときは、水をかき混ぜながら濃硫酸を少しずつ注ぐ。
- ③ 濃硫酸は電離度がほぼ1の強酸であるので、塩化ナトリウムと混合して加熱すると、塩化水素が発生する。
- ④ 加熱した濃硫酸には強い酸化作用があり、銅や銀などを溶かして二酸化硫黄が発生する。

問2 気体発生に関する次の文章中の ア と イ に当てはまる組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

次の a～d の反応で発生する気体のうち、上方置換で捕集するのが適当なのは ア であり、水溶液が殺菌剤や漂白剤に用いられるものは イ である。

- a 亜鉛に希硫酸を加える。
- b 水酸化カルシウムと塩化アンモニウムの混合物を加熱する。
- c 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する。
- d 銅に濃硝酸を加える。

	ア	イ
①	a	b
②	a	c
③	b	c
④	b	d
⑤	c	d
⑥	d	b

問3 次の記述ア～ウに当てはまる元素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。 3

ア いくつかの同素体が存在し、そのうちの一つは毒性が強く、空気中で自然発火する。

イ 水酸化物は水に溶けて強塩基性を示す。水酸化物の固体を空気中に放置すると水蒸気を吸収して溶ける。

ウ 空気中に約1% (体積) 含まれていて、電球の封入ガスや溶接時の保護ガスとして用いられる。

	ア	イ	ウ
①	C	Al	Ar
②	C	Al	N
③	C	Na	Ar
④	C	Na	N
⑤	P	Al	Ar
⑥	P	Al	N
⑦	P	Na	Ar
⑧	P	Na	N

化学基礎・化学

問4 次の記述中の **ア** と **イ** に当てはまる化合物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。 **4**

雨水は、大気中の二酸化炭素が溶け込んでいるため弱酸性である。

一方、化合物 **ア** は水に溶けると、加水分解により弱塩基性を示す。石灰石が多く存在する地域では、地下水が **ア** 水溶液と同様に、弱塩基性を示す場合がある。これは **イ** が水に含まれているためと考えられる。

	ア	イ
①	炭酸水素ナトリウム	炭酸カルシウム
②	炭酸水素ナトリウム	炭酸水素カルシウム
③	硫酸水素ナトリウム	炭酸カルシウム
④	硫酸水素ナトリウム	炭酸水素カルシウム

問5 次の記述 a・b 中の A、B はいずれも錯イオンである。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- a 塩化銀 AgCl にアンモニア水を加えたところ、錯イオン A を生じた。
b 水酸化銅(Ⅱ) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ にアンモニア水を加えたところ、錯イオン B を生じた。

- ① 錯イオン A は、銀イオン 1 個に 2 分子のアンモニアが配位結合している。
② 錯イオン A は、硝酸銀水溶液に過剰のアンモニア水を加えても生じる。
③ 錯イオン A は直線状、錯イオン B は正形状の構造である。
④ 錯イオン A、錯イオン B はいずれも無色である。

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第4問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10〕 (配点 30)

問1 分子式 C_4H_8 であらわされる炭化水素には、幾何異性体を含めて全部で何種類の異性体が考えられるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

1 種類

- ① 4 ② 5 ③ 6 ④ 7

問2 炭化水素に関する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。 2

- ① メタンは安定な構造をもつので、ハロゲンの単体とは反応しない。
② エチレンを臭素水に通じると置換反応が起こり1,2-ジブromoエタンが生成する。
③ エタン、エチレン、アセチレンの炭素原子間の結合の長さはすべて等しい。
④ アセチレンは、炭化カルシウムと水の反応により生成する。

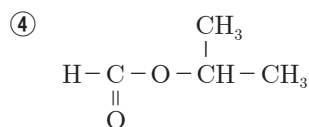
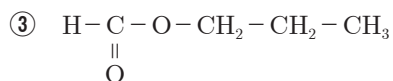
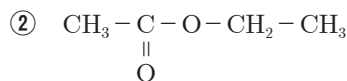
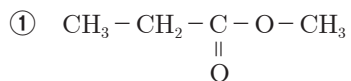
問3 次の同体積の炭化水素①～④を同温・同圧のもとで完全燃焼させるとき、最も多量の酸素を必要とするものはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 3

- ① エタン ② エチレン ③ プロパン ④ プロペン

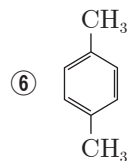
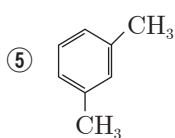
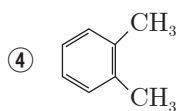
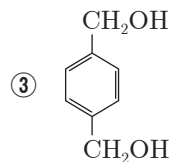
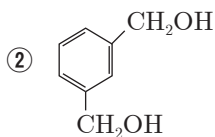
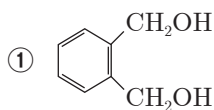
問4 アセトンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 還元すると、1-プロパノールが得られる。
② クメンを酸化し、希硫酸で分解するとフェノールと同時に生成する。
③ 実験室では、酢酸カルシウムを乾留(熱分解)して得る。
④ 水に溶けやすく、有機化合物もよく溶かす。

問5 次の化合物①～④のうちから，加水分解すると，銀鏡反応を示す化合物とヨードホルム反応を示す化合物が得られるものを一つ選べ。 5



問6 芳香族化合物Aを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると，芳香族化合物Bが生じた。Bを加熱すると脱水反応が起こり，芳香族化合物Cが生じた。また，Aにナトリウムを加えても反応は起こらなかった。Aの構造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



問7 次の記述ア～ウのうち、サリチル酸とアセチルサリチル酸の両方に当てはまる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。

7

ア ベンゼンのオルト二置換体である。

イ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると二酸化炭素を発生する。

ウ 解熱鎮痛剤として現在も用いられている。

- 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8 図1は芳香族化合物A(ニトロベンゼン)を原料として、芳香族化合物B～Eを合成する反応経路である。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

8

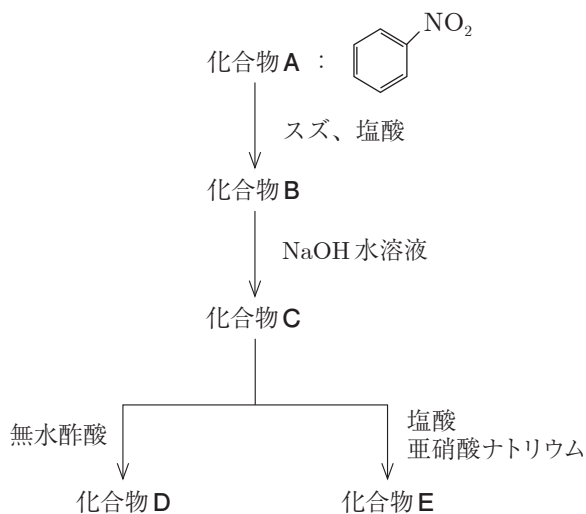


図 1

- ① 化合物Aから化合物Bが生じる反応では、スズが還元剤としてはたらいっている。
② 化合物Cにさらし粉水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
③ 化合物Dは、分子内にアミド結合をもつ中性の物質である。
④ 化合物Cから化合物Eが生じる反応は、カップリング(ジアゾカップリング)と呼ばれる。

問9 タンパク質に関する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。 9

- ① 毛髪や爪などに含まれるケラチンは，タンパク質に色素が結合した複合タンパク質である。
- ② タンパク質の変性は，熱や酸・塩基，重金属イオンなどによってペプチド結合が切断されることによって起こる。
- ③ タンパク質の水溶液に固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱すると，アンモニアが生じる。
- ④ タンパク質の水溶液は疎水コロイドの水溶液なので，少量の電解質を加えると凝析する。

問10 高分子化合物Aはテレフタル酸と1,2-エタンジオール(エチレングリコール)を縮合させて得られ，合成繊維や合成樹脂として多量に使われている。化合物Aの構造として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 10

