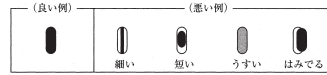


※物理・化学・生物
から1科目選択

試験時間 60分

1. 試験監督の指示があるまで開いてはならない。
2. 試験時間は60分である。
3. この問題冊子は1頁～8頁である。
4. この問題冊子を持ち帰ってはならない。
5. 表紙の右下に受験番号を記入すること。
6. 解答用紙に氏名と受験番号を記入し、受験番号はマークもすること。

7. 各問題の解答として適したものを選んで、HBの鉛筆で濃くマークすること。



8. 解答用紙を折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないこと。

注意：1. 解答は 内の番号ごとに、選択肢の中から答として正しい番号を選び、解答用紙にマークすること。
2. 標準状態における気体1molの体積は22.4Lとする。

I 次の問1～問8に答えよ。

問1 Ca^{2+} 中に存在する電子の総数はいくつか。 1

- ① 7 ② 10 ③ 13 ④ 15 ⑤ 18 ⑥ 21 ⑦ 24

問2 次のイオンを含む化合物のうち、赤紫色の炎色反応を示すものはどれか。 2

- ① Li^+ ② Na^+ ③ K^+ ④ Ca^{2+} ⑤ Sr^{2+} ⑥ Ba^{2+} ⑦ Cu^{2+}

問3 次のイオンのうち、その水溶液にアンモニア水を加えると沈殿を生じるが、さらに加えていくと生じた沈殿が溶けるものはどれか。すべて選べ。 3

- ① Na^+ ② Al^{3+} ③ Zn^{2+} ④ Pb^{2+} ⑤ Fe^{3+} ⑥ Cu^{2+} ⑦ Ag^+

問4 次のうち、水上置換での捕集に適さない気体はどれか。すべて選べ。 4

- ① H_2 ② O_2 ③ NH_3 ④ SO_2 ⑤ CO ⑥ C_2H_2 ⑦ CH_4

問5 次のうち、水晶の主成分はどれか。 5

- ① Al_2O_3 ② Fe_2O_3 ③ CaSO_4 ④ SiO_2 ⑤ NaNO_3
⑥ C ⑦ CaF_2

問6 次のうち、濃硝酸に入れると不動態となる金属はどれか。すべて選べ。 6

- ① アルミニウム ② 鉄 ③ ニッケル ④ 銅 ⑤ 銀

問7 次の濃硫酸に関する記述のうち、正しいものはどれか。すべて選べ。 7

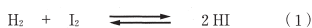
- ① 濃硫酸は無色で、粘性の大きい液体である。
- ② 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えると、塩素を発生する。
- ③ 砂糖(スクロース)に濃硫酸を加えると、砂糖が炭化する。
- ④ 濃硫酸を水で希釈した希硫酸は弱酸である。
- ⑤ エタノールと濃硫酸の混合物を170℃に加熱すると、エチレンが生成する。
- ⑥ 濃硫酸は白金をよく溶かす。

問8 金属イオンとして、次のイオンのみが存在している水溶液に希硫酸を加えると、沈殿を生じるものはどれか。すべて選べ。 8

- ① Mg^{2+} ② Sr^{2+} ③ Al^{3+} ④ Pb^{2+} ⑤ Cu^{2+}

II 次の記述を読み、下記の問1～問3に答えよ。

水素とヨウ素の混合気体を体積一定の密閉容器に入れ、加熱すると反応してヨウ化水素が生成する。また、生成したヨウ化水素は分解して水素とヨウ素になる。この可逆反応を(1)式に示す。



この可逆反応で、ヨウ化水素の生成反応速度を v_1 とし、密閉容器内に存在する水素とヨウ素の物質量をそれぞれ $[\text{H}_2]$ と $[\text{I}_2]$ とすると、反応速度は(2)式ようになる。

$$v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2] \quad (2)$$

一方、ヨウ化水素の分解反応速度を v_2 とし、密閉容器内に存在するヨウ化水素の物質量を $[\text{HI}]$ とすると、反応速度は(3)式ようになる。

$$v_2 = k_2[\text{HI}]^2 \quad (3)$$

k_1 , k_2 はそれぞれ(1)式における正反応と逆反応の反応速度定数である。

注) 温度変化にかかわらず密閉容器の体積が一定であるならば、反応速度に関係する濃度の代わりに物質量を用いることができる。

問1 体積一定の密閉容器に水素5.0molとヨウ素(気体)5.0molを入れ、加熱して一定温度に保った。反応が平衡に達するまでに反応で発生(生成)した熱量が41.6kJであったとすると、この平衡状態におけるヨウ化水素の物質量(mol)はいくらか。ただし、この反応温度におけるヨウ化水素の生成熱(発熱)は5.2kJ/molとする。 9

- ① 5 ② 6 ③ 7 ④ 8 ⑤ 9

問2 問1で一定温度に達してからの k_1 は k_2 のおよそ何倍か。 10

- ① 4 ② 23 ③ 34 ④ 51 ⑤ 64

問3 問1で反応が平衡状態になっている密閉容器内にヨウ化水素10.0molを加え、問1の反応温度に保ったところ、新たな平衡状態に達した。この平衡状態における正反応の反応速度は、問1の平衡状態における正反応の反応速度のおよそ何倍か。 11

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

III 次の問1～問6に答えよ。

問1 一酸化窒素が酸素と反応すると二酸化窒素になる。標準状態で6.0Lの一酸化窒素との反応に必要な酸素は同じ圧力下、27℃で最低何リットル(L)か。最も近い値を次の中から選べ。ただし、反応は完全に進行するものとし、気体はすべて理想気体とする。 12

- ① 2.0 ② 3.3 ③ 4.6 ④ 5.6 ⑤ 6.4

問2 酸素の同位体として ^{16}O と ^{18}O だけを含む酸化鉄(III)の粉末がある。この酸化鉄(III)160.5gを鉄まで完全に還元したところ、質量が48.9g減少した。この酸化鉄(III)に含まれる ^{16}O と ^{18}O の物質量の比をX:1とすると、Xはおおよそいくらか。最も近い値を次の中から選べ。ただし、 ^{16}O と ^{18}O の相対質量はそれぞれ16と18とし、鉄の原子量は55.8とする。 13

- ① 3.0 ② 5.7 ③ 6.4 ④ 10.2 ⑤ 15.1

問3 Fe^{2+} が0.10mol/Lの濃度で溶解している酸性水溶液が30mLある。この水溶液中に含まれている Fe^{2+} をすべて酸化するのに、過マンガン酸カリウムの希硫酸溶液を20mL要した。この希硫酸溶液中の過マンガン酸カリウムのモル濃度(mol/L)はいくらか。最も近い値を次の中から選べ。 14

- ① 3.0×10^{-2} ② 5.0×10^{-2} ③ 1.0×10^{-1} ④ 1.2×10^{-1} ⑤ 1.5×10^{-1}

問4 プロパンの生成熱 (kJ/mol) の値はいくらか。ただし、水素 H₂、黒鉛 C、プロパン C₃H₈ の燃焼熱はそれぞれ 286、394、2219 kJ/mol とする。 **15**

- ① 90 ② 107 ③ 179 ④ 513 ⑤ 751

問5 硫酸銅 (II) の溶解度 (g/100 g 水) は 20℃ で 20 g、60℃ で 40 g である。20℃ の硫酸銅 (II) 飽和水溶液 180 g を 60℃ に温めると硫酸銅 (II) 五水和物をあと何グラム (g) 溶かすことができるか。最も近い値を次の中から選べ。ただし、硫酸銅 (II) の式量は 160、水の分子量は 18 とする。 **16**

- ① 30 ② 46 ③ 52 ④ 60 ⑤ 73

問6 質量パーセント濃度が 60% の硫酸 (密度: 1.50 g/cm³) がある。0.40 mol/L の希硫酸を 300 mL 調製するのに必要な 60% 硫酸は何ミリリットル (mL) か。最も近い値を選べ。ただし、硫酸の分子量は 98 とする。 **17**

- ① 11 ② 13 ③ 20 ④ 39 ⑤ 52

IV 次の問 1～問 3 に答えよ。

問1 次の (1)～(5) に答えよ。

(1) 次のうち、沸点が最も高い物質はどれか。 **18**

- ① メタノール ② エタノール ③ 1-プロパノール
④ 2-プロパノール ⑤ 1-ブタノール ⑥ 2-ブタノール

(2) 次のうち、水に最も溶けにくい物質はどれか。 **19**

- ① メタノール ② エタノール ③ 1-プロパノール
④ 1-ブタノール ⑤ エチレングリコール ⑥ グリセリン

(3) 次のアルコールに関する記述のうち、正しいものをすべて選べ。 **20**

- ① メタノールは、工業的には触媒を用いて一酸化炭素と水素から合成される。
② エタノールは、金属ナトリウムと反応してエタンを発生する。
③ エチレングリコールは、3 価アルコールである。
④ 2-メチル-2-プロパノールは、2-ブタノールよりも酸化されやすい。
⑤ 2-ブタノールは、ジエチルエーテルの構造異性体である。

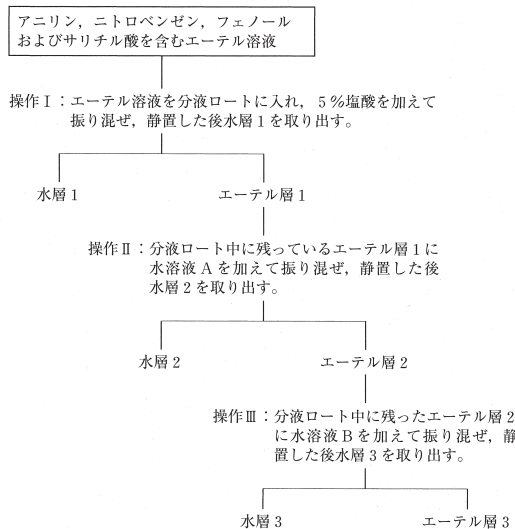
(4) 次のうち、酸化するとケトンを生じる物質はどれか。すべて選べ。 **21**

- ① メタノール ② エタノール ③ 1-プロパノール
④ 2-プロパノール ⑤ 1-ブタノール ⑥ 2-ブタノール

(5) 次のうち、ヨードホルム反応を示す物質はどれか。すべて選べ。 **22**

- ① メタノール ② エタノール ③ 1-プロパノール
④ 2-プロパノール ⑤ 1-ブタノール ⑥ 2-ブタノール

問2 アニリン、ニトロベンゼン、フェノール、サリチル酸の 4 種の有機化合物を含むエーテル溶液がある。このエーテル溶液から次に図示する操作により、4 種の有機化合物を系統的に分離する。各操作でそれぞれ相当する物質が完全に分離できるものとして (1)～(5) に答えよ。



(1) 次のうち、操作 I によりエーテル溶液から除かれる有機化合物はどれか。 **23**

- ① アニリン ② ニトロベンゼン ③ フェノール ④ サリチル酸

(2) 操作 II で加える水溶液 A は次のうちどれか。 **24**

- ① 10% メタノール水溶液 ② 10% 塩化ナトリウム水溶液
③ 10% 塩化カリウム水溶液 ④ 5% 水酸化ナトリウム水溶液
⑤ 5% 炭酸水素ナトリウム水溶液

(3) 次のうち、操作 II によりエーテル層 1 から除かれる有機化合物はどれか。 **25**

- ① アニリン ② ニトロベンゼン ③ フェノール ④ サリチル酸

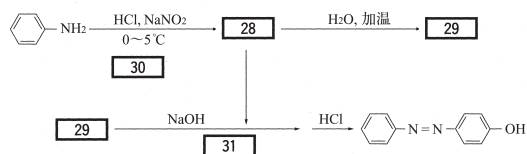
(4) 操作 III で加える水溶液 B は次のうちどれか。 **26**

- ① 10% メタノール水溶液 ② 10% 塩化ナトリウム水溶液
③ 10% 塩化カリウム水溶液 ④ 5% 水酸化ナトリウム水溶液
⑤ 5% 炭酸水素ナトリウム水溶液

(5) 次のうち、エーテル層 3 に残る有機化合物はどれか。 **27**

- ① アニリン ② ニトロベンゼン ③ フェノール ④ サリチル酸

問3 芳香族化合物の反応について、次の図中の [28] ~ [31] に当てはまるものをそれぞれ選択肢の中から選べ。ただし、[28]、[29] に当てはまる化合物の示性式は【選択肢Ⅰ】の中から、[30]、[31] に当てはまる反応の名称は【選択肢Ⅱ】の中から選べ。



【選択肢Ⅰ】 ([28]、[29] の選択肢)

- | | |
|--|---|
| ① <chem>c1ccc(cc1)[N+](=O)[O-]</chem> | ② <chem>c1ccc(cc1)[N-]Cl</chem> |
| ③ <chem>Nc1ccc(O)cc1</chem> | ④ <chem>Oc1ccc(cc1)</chem> |
| ⑤ <chem>Nc1ccc(cc1)/N=N/c2ccc(O)cc2</chem> | ⑥ <chem>Nc1ccc(cc1)/N=N/c2ccc([N+](=O)[O-])cc2</chem> |

【選択肢Ⅱ】 ([30]、[31] の選択肢)

- | | | | |
|---------|--------|-------------|---------|
| ① ニトロ化 | ② アミド化 | ③ ジアゾカップリング | ④ エステル化 |
| ⑤ アセチル化 | ⑥ ジアゾ化 | | |

V 次の文章中の空欄 [32] ~ [43] に入る語句をそれぞれ選択肢の中から選べ。

ただし、[32] ~ [38] は【選択肢Ⅰ】から、[39] ~ [43] は【選択肢Ⅱ】から選べ。

繊維には天然繊維と化学繊維がある。天然繊維は、おもにセルロースからなる [32] とタンパク質からなる [33] に分けられる。化学繊維には、セルロースなどの天然繊維の成分を化学的に処理してつくられるレーヨンなどの [34] やアセテートなどの [35] から、石油などを原料としたものまである。石油などを原料としてつくられるものには、ナイロンなどの [36] やポリエチレンテレフタレートなどの [37] がある。その他の繊維として、ガラス繊維や炭素繊維などの [38] がある。

人類は太古より、繊維に様々な染料を用いて色を付けてきた。着色させるためには、染料が繊維のすき間に入り込むだけでなく、繊維と強く結合させる必要がある。このことを染着という。繊維によって主成分が異なるので、染着性も異なる。よって、繊維の種類ごとに染料や染色方法に工夫が必要である。セルロースが主成分の繊維には、セルロース分子中のヒドロキシ基と水素結合して染着する [39] が利用でき、タンパク質が主成分の繊維には、繊維分子のもつ塩基性基や酸性基とイオン結合して染着する [40] が利用できる。また、水に不溶であるが、染料の分子内のカルボニル基を塩基性還元剤で処理して水溶性にし、染着する染料もある。このような染料を [41] といい、アイ染めなどが代表である。その他の染料としては、金属イオンを利用して繊維に染料分子を染着する [42] や界面活性剤を利用して染着する [43] がある。

【選択肢Ⅰ】 ([32] ~ [38] の選択肢)

- | | | |
|-------------|------------|------------|
| ① 動物繊維 | ② 植物繊維 | ③ 無機繊維 |
| ④ 再生繊維 | ⑤ 半合成繊維 | ⑥ ポリアミド系繊維 |
| ⑦ ポリエステル系繊維 | ⑧ ポリビニル系繊維 | |

【選択肢Ⅱ】 ([39] ~ [43] の選択肢)

- | | | |
|--------------|--------|---------|
| ① 酸性染料・塩基性染料 | ② 媒染染料 | ③ 建染め染料 |
| ④ 直接染料 | ⑤ 分散染料 | |