

※物理・化学・生物 から1科目選択

【注意事項】

試験時間 60分

1. 試験時間は60分である。
2. 問題は8ページまでである。別に解答用紙(マークシート)が配付される。
3. 解答は解答用紙(マークシート)に記入すること。
4. 解答用紙(マークシート)に氏名(フリガナ)および受験番号を必ず記入し、
受験番号および志望学科をマークすること。

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

良い例 , 悪い例 , , 
細い 短い うすい はみでる

6. 解答用紙(マークシート)を折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないこと。
7. 問題用紙にも受験番号および氏名を記入すること。
8. 終了後、問題用紙は解答用紙(マークシート)とともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけない。

注意：必要があれば次の値を用いよ。

原子量	H: 1.0	C: 12.0	N: 14.0	O: 16.0	Na: 23.0
	Al: 27.0	P: 31.0	S: 32.1	Cl: 35.5	K: 39.1
	Ca: 40.1	Fe: 55.8	Br: 79.9	I: 126.9	
気体定数	$8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$				

I 次の問1～問10に答えよ。

問1 次のうち、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂に共通する原料物質はどれか。 1

- ① アセチレン ② エチレン ③ 塩化ビニル
④ 1,3-ブタジエン ⑤ ホルムアルデヒド

問2 水酸化鉄(III)のコロイド粒子は正に帯電している。次のうち、分散媒が水である水酸化鉄(III)のコロイド溶液からこのコロイドを最も少量で凝析させることができる物質はどれか。 2

- ① $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ② CaCl_2 ③ KI ④ K_2SO_4 ⑤ Na_3PO_4

問3 $5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ アンモニア水のpHは25℃において11である。このアンモニア水の25℃における電離度は、次のうちどれか。 3

- ① 2.0×10^{-10} ② 5.0×10^{-5} ③ 2.0×10^{-2} ④ 5.0×10^{-2} ⑤ 5.5×10^{-1}

問4 ある気体2.80gの体積は27℃、 $1.50 \times 10^5 \text{ Pa}$ で1.66Lであった。この気体は次のうちどれか。ただし、気体は理想気体とする。 4

- ① 一酸化炭素 ② 酸素 ③ 二酸化炭素 ④ プロパン ⑤ メタン

問5 あるアルケン12.6gに水素を完全に付加させたところ、標準状態で6.72Lの水素が消費された。このアルケンの分子式は次のうちどれか。ただし、標準状態における水素1molの体積は22.4Lとする。 5

- ① C_2H_4 ② C_3H_6 ③ C_4H_8 ④ C_5H_{10} ⑤ C_6H_{12}

問6 次の二つの物質を溶解した水溶液のうち、塩の加水分解が関与した緩衝液になるものをすべて選べ。 6

- ① HCl と NaCl ② NaCl と KCl ③ NH_3 と NH_4Cl
④ NH_3 と KNO_3 ⑤ HNO_3 と KNO_3 ⑥ CH_3COOH と CH_3COONa

問7 金属の製造に関する次の記述のうち、正しいものをすべて選べ。 7

- ① ナトリウムは、塩化ナトリウムを融解塩電解して製造される。
- ② マグネシウムは、炭酸マグネシウムを熱分解して製造される。
- ③ アルミニウムは、酸化アルミニウムを含む水溶液を電気分解して製造される。
- ④ 銑鉄は、水素と一酸化炭素によって銑鉱石を溶鉱炉中で還元して製造される。
- ⑤ 融解した銑鉄に酸素を吹き込み、銑鉄中の炭素を燃焼させると銅が得られる。
- ⑥ 銅の電解精錬では、純銅を陽極、粗銅を陰極に用いて硫酸銅(II)水溶液中で電気分解を行う。

問8 水溶液のpHに関する次の記述のうち、正しいものをすべて選べ。 8

- ① $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 硫酸のpHの値は、同じモル濃度の硝酸のpHの値より大きい。
- ② $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ 酢酸水溶液のpHの値は、同じモル濃度の塩酸のpHの値より小さい。
- ③ pH3の塩酸を純水で10³倍に薄めると、その水溶液のpHは8になる。
- ④ $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ アニリン水溶液のpHの値は、同じモル濃度の水酸化ナトリウム水溶液のpHの値より小さい。
- ⑤ $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 炭酸ナトリウム水溶液のpHの値は、同じモル濃度の炭酸水素ナトリウム水溶液のpHの値より大きい。
- ⑥ pH11の水酸化ナトリウム水溶液を純水で10倍に薄めると、その水溶液のpHは12になる。

問9 反応 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ が平衡状態にあるとき、次の記述のうち正しいものをすべて選べ。ただし、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ 、 $[\text{HI}]$ はそれぞれ水素、ヨウ素、ヨウ化水素分子のモル濃度を表している。 9

- ① 化学平衡の状態では、反応は全く起こっていない。
- ② 平衡定数の値は、圧力一定のとき決まった値になる。
- ③ 平衡定数の値は、温度一定のとき決まった値になる。
- ④ どのような反応条件で反応させたとしても、平衡状態における $[\text{H}_2]$ は $[\text{I}_2]$ と等しい。
- ⑤ どのような反応条件で反応させたとしても、平衡状態における $[\text{HI}]$ は $[\text{H}_2]$ や $[\text{I}_2]$ の2倍になっている。
- ⑥ この平衡状態に触媒を加えても、平衡状態に変化は起こらない。

問10 同素体に関する次の記述のうち、正しいものをすべて選べ。 10

- ① 同素体は単体だけに存在し、化合物には存在しない。
- ② 同素体どうしは、温度や圧力などの変化によって、互いに移り変わることがある。
- ③ 同素体どうしは、融点や沸点が等しい。
- ④ 同素体は固体の状態にだけ存在し、液体や気体の状態では存在しない。
- ⑤ 同素体どうしを混ぜ合わせても、混ぜ合わさったものは純物質である。
- ⑥ 同位体は、同素体の一種である。

II 次の問1～問6に答えよ。ただし、それぞれの反応は完全に進行するものとする。

問1 ヨウ化カリウムを溶解した希硫酸に過酸化水素水を加えると、昇華性物質が生成する。この反応で昇華性物質 507.6 g を生成するのに必要な過酸化水素は、理論上何グラムか。 1

- ① 34.0 g ② 45.4 g ③ 68.0 g ④ 102 g ⑤ 136 g

問2 酸化マンガン(IV)を触媒として塩素酸カリウムを加熱すると、気体が発生する。この反応で気体 96.00 g を発生させるのに必要な塩素酸カリウムは、理論上何グラムか。 2

- ① 183.9 g ② 245.2 g ③ 367.8 g ④ 590.4 g ⑤ 735.6 g

問3 フェノールの水溶液に臭素水を加えると、白色の沈殿物が発生する。この反応でフェノール 564 mg をすべて沈殿物へ変換するために必要な臭素分子は、理論上何グラムか。最も近いものを選び。 3

- ① 0.480 g ② 0.959 g ③ 1.44 g ④ 1.92 g ⑤ 2.88 g

問4 炭化カルシウムに水を作用させると可燃性の気体が発生する。この反応で可燃性の気体 26.0 g を発生させるのに必要な炭化カルシウムは理論上何グラムか。 4

- ① 32.1 g ② 52.1 g ③ 64.1 g ④ 104.2 g ⑤ 128.2 g

問5 スチレン-ブタジエンゴム(SBR)は、スチレンと1,3-ブタジエンの共重合により得られる。この共重合体における構成単位の数の比がスチレン:1,3-ブタジエン=2:1の場合、分子量 39300 のSBRは1分子中にブタジエン構成単位を何個含むか。 5

- ① 150 個 ② 161 個 ③ 185 個 ④ 187 個 ⑤ 216 個

問6 鉄とアルミニウムの混合物がある。この混合物に希塩酸を加えて完全に溶解させたところ、標準状態(理想気体 1 mol の体積は 22.4 L)に換算して 896 mL の気体が発生した。次に反応液中に空気を通じて酸化し、すべての金属イオンを三価にしてから過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて強塩基性になると、沈殿が生じた。生じた沈殿すべてをろ過して集め強熱したところ、0.798 g の酸化物(金属原子を M で表すと M_2O_3)が得られた。混合物中に含まれていた鉄とアルミニウムはそれぞれ何グラムか。

鉄 6

- ① 1.20×10^{-1} g ② 1.80×10^{-1} g ③ 3.72×10^{-1} g
④ 5.58×10^{-1} g ⑤ 6.83×10^{-1} g

アルミニウム 7

- ① 2.70×10^{-1} g ② 3.60×10^{-1} g ③ 4.18×10^{-1} g
④ 5.40×10^{-1} g ⑤ 7.20×10^{-1} g

III カルシウム化合物に関する次の(1)～(5)の記述中の空欄 1 ～ 5 にあてはまる化合物名や語句を < 1 ～ 5 の選択肢 > からそれぞれ選べ。また、(1)～(5)に相当する化合物の化学式を < 6 ～ 10 の選択肢 > からそれぞれ選べ。

- (1) 消石灰ともよばれ、少し水に溶ける。 1 土壌の中和剤などに用いる。
(2) 石灰石の主成分で、強熱すると 2 を発生して分解する。
(3) $\frac{1}{2}$ 水和物のものは焼きセッコウともよばれ、水で練って放置すると 3 しながらやや体積が 4 して固まる。
(4) 生石灰ともよばれ、水を吸収すると 3 し 4 する。乾燥剤に用いる。
(5) 化合物の性質には 5 があり、水によく溶ける。乾燥剤や融雪剤などに用いる。

<(1)～(5)それぞれに相当する化合物の化学式>

- (1) 6 (2) 7 (3) 8 (4) 9 (5) 10

< 1 ～ 5 の選択肢 >

- ① 塩基性 ② 塩素 ③ 吸熱 ④ 酸性
⑤ 酸素 ⑥ 収縮 ⑦ 水蒸気 ⑧ 潮解性
⑨ 二酸化炭素 ⑩ 発熱 ⑪ 風解性 ⑫ 膨張

< 6 ～ 10 の選択肢 >

- ① CaO ② CaCO₃ ③ Ca(OH)₂ ④ CaCl₂ ⑤ CaSO₄

IV 下記の文を読み、(1)～(3)に答えよ。

エタノールに二クロム酸カリウムを作用させると、化合物 A を経て化合物 B が得られる。化合物 A は、工業的には触媒を用いて化合物 C を酸化し合成しているが、化合物 D に水を付加しても得ることができる。化合物 D は、触媒を用いて水素と反応させると化合物 C を生成する。また、エタノールに濃硫酸を加えて 130℃ に加熱すると、化合物 E が生成する。酢酸亜鉛を触媒にして化合物 D に化合物 B を付加させると、樹脂の原料(単量体)である化合物 F が得られる。

(1) 化合物 A～F の化学式はそれぞれどれか。

A 1 B 2 C 3 D 4 E 5 F 6

- ① CH₄ ② CH₃CH₃ ③ CH₂=CH₂
④ CH≡CH ⑤ CH₃CH₂CH=CH₂ ⑥ CH₂=CHCOCH₃
⑦ CH₃OCH₃ ⑧ CH₃CH₂OCH₂CH₃ ⑨ CH₃COCH₃
⑩ HCHO ⑪ CH₃CHO ⑫ CH₃CH₂COOH
⑬ CH₃COOCH₂CH₃ ⑭ CH₂=CHCOCH₃ ⑮ HCOOH
⑯ CH₃COOH ⑰ CH₂=CHCOOCH₃ ⑱ CH₃COOCOCH₃

(2) 化合物 A～F のうち、水溶液中で水酸化ナトリウムとヨウ素を作用させると、黄色沈殿を生じるものはどれか。 7

① A ② B ③ C ④ D ⑤ E ⑥ F

(3) 化合物 A～F のうち、沸点が最も高いと推定されるものはどれか。 8

① A ② B ③ C ④ D ⑤ E ⑥ F

V 反応速度に関する問1～問4に答えよ。

問1 A + B → C の反応において、常圧下で反応物の濃度は変えずに反応温度を 10℃ 上げると反応速度は 2 倍になった。この変化や変化の起こり方の理由を正しく説明しているものを、次のうちからすべて選べ。 1

- ① 反応経路が変わり、活性化エネルギーが下がったから
② 反応経路は変わらないが、活性化エネルギーが下がったから
③ 活性化エネルギー以上のエネルギーをもつ反応物の粒子の割合が、ほぼ 2 倍に増えたから
④ 反応物のもつエネルギーには変化がないが、反応物の粒子の衝突回数が増えたから
⑤ 発熱反応だと反応速度は遅くなるが、この反応が吸熱反応だから
⑥ この反応が発熱反応であるか吸熱反応であるかにかかわらず、反応温度を上げると反応速度は速くなるから

問2 A + B → C の反応において、常圧下で反応温度は変えずに A の濃度だけを 2 倍にしたら反応速度は 2 倍になり、B の濃度だけを 3 倍にしたら反応速度は 3 倍になった。この反応で、他の反応条件は変えずに A、B 両物質の濃度のみを共に 3 倍にすると、反応速度は何倍になるか。 2

- ① 2 倍 ② 3 倍 ③ 6 倍 ④ 8 倍 ⑤ 9 倍 ⑥ 27 倍

問3 可逆反応における平衡定数と反応速度に関する次の記述のうち、正しいものをすべて選べ。 3

- ① 平衡定数の値がいくら大きいても、正反応の反応速度が大きいは限らない。
② 平衡定数の値の大きさが大きくなるにつれて、正反応の反応速度の大きさも大きくなる。
③ 平衡定数の値の大きさが大きくなるにつれて、正反応の反応速度の大きさは小さくなる。
④ 反応条件を正反応の反応速度が大きくなるように変えると、平衡定数も大きくなる。
⑤ 反応条件を正反応の反応速度が大きくなるように変えると、平衡定数は小さくなる。
⑥ 反応条件を正反応の反応速度が大きくなるように変えても、平衡定数が大きくなるには限らない。

問4 下記の文を読み(1)~(3)に答えよ。

化合物Cを合成する目的で液体Aと液体Bをある条件下で混合したところ、可逆反応 $A + B \rightleftharpoons C + D$ が起こり、平衡状態に達した。なお、この反応条件下で平衡状態に達するまでの正反応の最も速い反応速度を v とする。

(1) 平衡状態で、他の反応条件は変えずに反応溶液中に反応物Aのみを加えた直後の正反応の反応速度と、平衡定数に関する記述として正しいのは、次のうちどれか。 4

- ① 平衡定数は変わり、正反応の反応速度は v よりも速くなること有り得る。
- ② 平衡定数は変わらず、正反応の反応速度は v よりも速くなること有り得る。
- ③ 平衡定数は変わるが、正反応の反応速度は加える直前(平衡状態時)の正反応の反応速度と変わらない。
- ④ 平衡定数は変わらず、正反応の反応速度も加える直前(平衡状態時)の正反応の反応速度と変わらない。
- ⑤ 平衡定数は変わり、正反応の反応速度は v よりも速くなることはない。
- ⑥ 平衡定数は変わらず、正反応の反応速度は v よりも速くなることはない。

(2) 平衡状態で、他の反応条件は変えずに反応溶液中から生成物Dのみを除いた直後の正反応の反応速度と、平衡定数に関する記述として正しいのは、次のうちどれか。 5

- ① 平衡定数は変わり、正反応の反応速度は v よりも速くなること有り得る。
- ② 平衡定数は変わらず、正反応の反応速度は v よりも速くなること有り得る。
- ③ 平衡定数は変わるが、正反応の反応速度は除く直前(平衡状態時)の正反応の反応速度と変わらない。
- ④ 平衡定数は変わらず、正反応の反応速度も除く直前(平衡状態時)の正反応の反応速度と変わらない。
- ⑤ 平衡定数は変わり、正反応の反応速度は v よりも速くなることはない。
- ⑥ 平衡定数は変わらず、正反応の反応速度は v よりも速くなることはない。

(3) 平衡状態で、他の反応条件は変えずに反応溶液中に触媒を加えたときの正反応の反応速度と、平衡定数に関する記述として正しいのは、次のうちどれか。 6

- ① 平衡定数は変わり、正反応の反応速度は加える直前(平衡状態時)の正反応の反応速度よりも速くなる。
- ② 平衡定数は変わらず、正反応の反応速度は加える直前(平衡状態時)の正反応の反応速度よりも速くなる。
- ③ 平衡定数は変わるが、正反応の反応速度は加える直前(平衡状態時)の正反応の反応速度と変わらない。
- ④ 平衡定数は変わらず、正反応の反応速度も加える直前(平衡状態時)の正反応の反応速度と変わらない。
- ⑤ 平衡定数は変わり、正反応の反応速度は加える直前(平衡状態時)の正反応の反応速度よりも遅くなる。
- ⑥ 平衡定数は変わらず、正反応の反応速度は加える直前(平衡状態時)の正反応の反応速度よりも遅くなる。