

平成 26 年 度 一 般 採 用 試 験 前 期
理 科 (化 学) 試 験 問 題
(理 工 学 専 攻)

(注 意)

試験時間中は、すべて試験係官の指示に従うこと。

(マークセンス注意)

1. マークセンス問題解答用紙の注意事項を確認のうえ、例にならって氏名及び受験番号を解答用紙に必ず記入及びマークすること。

例 【氏名】 防大 渚 【受験番号】 神奈川理W1234 の場合

※氏名及び受験番号の記入について

	姓	名
フリガナ	ボウダイ	ナギサ
漢 字	防大	渚

	志願地本名	専攻区分	番 号
受験番号	神奈川	理	W1234

女子受験者について、番号のWはマークしなくてよい。

※受験番号等のマークについて

志 願 地 本 名	札幌：(01)	福島：(10)		専攻区分	番 号			
	函館：(02)	茨城：(11)			人社 (1)	(0)	(0)	(0)
	旭川：(03)	栃木：(12)		理工 (●)	(●)	(1)	(1)	(1)
	帯広：(04)	群馬：(13)		性 別	(2)	(●)	(2)	(2)
	青森：(05)	埼玉：(14)			(3)	(3)	(●)	(3)
	岩手：(06)	千葉：(15)		男 (1)	(4)	(4)	(4)	(●)
	宮城：(07)	東京：(16)		女 (●)	(5)	(5)	(5)	(5)
	秋田：(08)	神奈川：(●)			(6)	(6)	(6)	(6)
	山形：(09)	新潟：(18)			(7)	(7)	(7)	(7)
					(8)	(8)	(8)	(8)
			(9)	(9)	(9)	(9)		

2. Iの問題は、すべてマークシート解答用紙に解答すること。
3. 解答方法は、択一式であり、設問ごとの指示に従い、解答用紙の解答欄にマークすること。
- 例えば、問1で[1]と表示のある問題に対して③と解答する場合は、次の例のように問1、[1]の解答欄の③にマークすること。

解 答 マ ー ク 欄						
例	問1 [1]	(1)	(2)	(●)	(4)	(5)

(記述式注意)

1. IIの問題は、すべて記述式解答用紙に解答すること。
2. 解答はすべて別紙解答用紙の定められた欄または枠内に記入すること。
- 正しく記入していない場合には採点されないので注意すること。

必要であれば、原子量は次の値を使うこと。

H : 1.00, C : 12.0, O : 16.0, Na : 23.0, Cl : 35.5, Fe : 55.8, Ni : 58.7

1

I 次の設問 1 ~ 7 に答えよ。

問 1 【 】 内に記す物質の組合わせのうち、互いに同素体である組合わせはいくつあるか。適切な数字を、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [1] にマークせよ。

【赤リン, 黄リン】 【青銅, 黄銅】 【フラーレン(C₆₀), グラファイト】

【水素, 重水素】 【ドライアイス, 二酸化炭素】

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問 2 【 】 内に記す 5 種類の分子の中で、極性分子はいくつあるか。適切な数字を、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [2] にマークせよ。

【NH₃ CO₂ Cl₂ H₂O CH₃OH】

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問 3 室温 25℃のもと、0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れて、濃度未知の塩酸 20 mL に滴下する実験を行った。中和点付近で、水酸化ナトリウム水溶液 0.05 mL を加えると、pH が 3 だけ大きくなった。このとき、水素イオン濃度は何倍になったか。適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [3] にマークせよ。

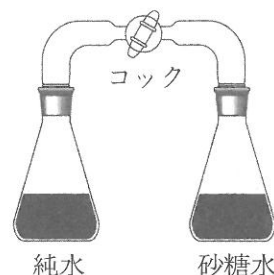
① 0.001 倍 ② 0.05 倍 ③ 10 倍 ④ 200 倍 ⑤ 1000 倍

問 4 炭酸ナトリウム十水和物 Na₂CO₃ · 10H₂O に純水を加え、3.00 mol/L の炭酸ナトリウム水溶液を 500 mL 調製したい。炭酸ナトリウム十水和物は何 g 必要か。適切な値を、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [4] にマークせよ。

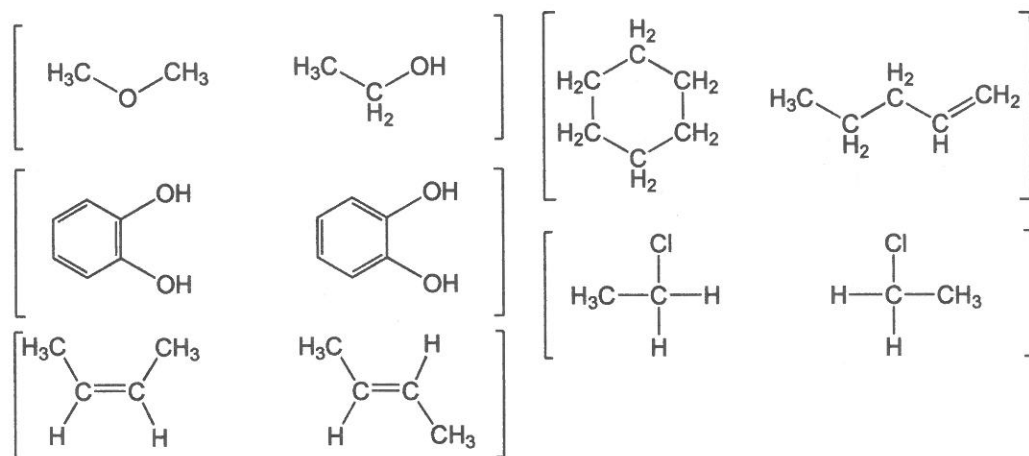
① 159 ② 296 ③ 429 ④ 636 ⑤ 1716

問 5 同容量のフラスコ 2 つに純水と飽和砂糖水がそれぞれ入っている。これら 2 つのフラスコを図のようにガラス管で接続して密閉し、コックを閉じて一定温度で長い間放置した。このとき、2 つのフラスコの液面高さは同じだった。その後、コックを開いて液面高さの変化を観察した。それぞれのフラスコの液面高さはどのように変化していくか。適切な記述を、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [5] にマークせよ。

- ① 純水の液面が上昇し、砂糖水の液面は下降していく。
② 純水の液面が下降し、砂糖水の液面は上昇していく。
③ 純水と砂糖水、両方の液面とも上昇していく。
④ 純水の液面は変化しないが、砂糖水の液面は上昇していく。
⑤ 砂糖水の液面は変化しないが、純水の液面は上昇していく。

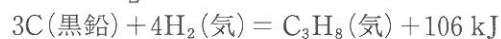
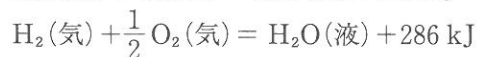
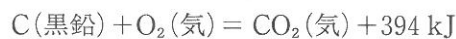


問6 次の構造式の組合わせのうち、互いに異性体の関係にある化合物をあらわしているものは何組あるか。適切な数字を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄[6]にマークせよ。



- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問7 プロパンの燃焼熱は何 kJ/mol か。下に記す熱化学方程式を用いて求め、適切な値を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [7] にマークせよ。

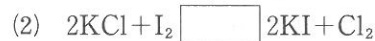


- ① 1934 ② 2008 ③ 2220 ④ 2328 ⑤ 2432

II 以下の文章をよみ、次の設問1～4に答えよ。

フッ素、塩素、臭素、ヨウ素はハロゲンである。これら4種のハロゲンの単体は、二原子分子として存在する。① ハロゲンの単体はいずれも電子を奪う力が大きく、酸化力が強い。ヨウ素の単体は常温・常圧では黒紫色の結晶として存在し、② 液体状態を経由せず気体になりやすい。密閉容器の中に③ ヨウ素 I₂と水素 H₂の混合気体を入れ加熱すると反応し、ヨウ化水素を生じる。

問1 下線部①について、ハロゲンの単体は種類によって酸化力の強さが異なる。水溶液中で、以下に記す反応(1)、(2)が右に進む場合には→、左に進む場合には←、反応しない場合には×を解答欄に記入せよ。



問2 文中の下線部②に示したように、固体から直接気体になる状態変化を何というか。

問3 下の(1)～(3)の記述において、上記4種のハロゲンの化合物すべてに当てはまる場合には○を記せ。当てはまらない場合には、当てはまらない化合物すべてを化学式で記せ。

(1) ハロゲン化銀は、水に溶けにくい。

(2) ハロゲン化水素の水溶液は、ガラスびんに保存できる。

(3) ハロゲン化水素の水溶液は、強酸である。

問4 下線部③の反応は、触媒を添加すると比較的低温で進行することが知られている。一般的な触媒のはたらきについて、【 】内の語句をすべて用いて簡潔に説明せよ。

【活性化エネルギー 反応速度 反応熱】

2

I 次の設問1～6に答えよ。

問1 2族元素とその化合物に関する記述として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [8] にマークせよ。

- ① ベリリウムを除く2族元素をアルカリ土類金属といい、互いによく似た性質を示す。
- ② 2族元素は、アルカリ金属の元素と同様に炎色反応を示す。
- ③ 水酸化カルシウム水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿を生じるが、さらに二酸化炭素を通じると白色沈殿は溶ける。
- ④ 単体のマグネシウムは熱水に溶けるが、硫酸マグネシウムは水に溶けにくい。
- ⑤ 硫酸バリウムは水によく溶け、レントゲン撮影の造影剤として用いられる。

問2 食塩を純水に溶解した。このとき生じる陰イオンの存在を調べる方法として最も適切な方法を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [9] にマークせよ。

- ① 青色リトマス紙を浸し、赤く変色するか調べる。
- ② 亜鉛板を入れて、亜鉛板が溶解するか調べる。
- ③ 多量のセッケン水を加えて、沈殿が生じるか調べる。
- ④ 硝酸銀水溶液を加えて、沈殿が生じるか調べる。
- ⑤ アンモニア水を加えて、沈殿が生じるか調べる。

問3 3種類の金属A, B, Cがある。金属A, B, Cは、ナトリウム(Na), 鉄(Fe), 銅(Cu)のいずれかである。金属A, B, Cがいずれの金属か調べるため、水と希硫酸に対する反応性を調べた。また、その実験結果からイオン化傾向の大小関係について類推した。金属A, B, Cの組合わせとイオン化傾向の大小関係を正しく示しているものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [10] にマークせよ。

金属A：常温で水とは反応しなかったが、希硫酸には溶け水素を発生した。

金属B：常温で水と激しく反応し、水素を発生した。

金属C：常温で水とも希硫酸とも反応しなかった。

	金属A	金属B	金属C	イオン化傾向
①	Fe	Na	Cu	$B > A > C$
②	Cu	Fe	Na	$B > A > C$
③	Cu	Na	Fe	$A > B > C$
④	Fe	Na	Cu	$B > C > A$
⑤	Na	Cu	Fe	$B > A > C$

問4 反応により生じた気体を収集するために、水上置換法を用いるのが適切な化学反応はどれか。下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [11] にマークせよ。

- ① 濃硝酸と銅の反応
- ② 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの反応
- ③ 塩化ナトリウムと濃硫酸の反応
- ④ 希硫酸と亜鉛の反応
- ⑤ 希硫酸と硫化鉄(II)の反応

問5 【 】内の金属イオンを1種類ずつ含む水溶液が、5つのビーカーに入っている。各水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えたとき、沈殿が生じるビーカーはいくつあるか。下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [12] にマークせよ。

【 アルミニウムイオン 鉄(III)イオン 亜鉛イオン
銅(II)イオン カリウムイオン 】

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問6 Ag^+ と Cu^{2+} を含む水溶液から一方のイオンを沈殿させて分離したい。最も適した操作を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [13] にマークせよ。

- ① 塩酸を加えて、ろ過する。
- ② アンモニア水を加えて、ろ過する。
- ③ 硫化水素を通じて、ろ過する。
- ④ 硝酸を加えて、ろ過する。
- ⑤ 二酸化炭素を通じて、ろ過する。

II 以下の文章をよみ、次の設問1～4に答えよ。

硫黄を空气中で燃焼すると気体 A が発生する。気体 A は、銅に濃硫酸を作用させることにより発生させることもできる。気体 A を水に溶かして水溶液 B とした。① 水溶液 B に硫化水素を通じると白く濁った。 また、② 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に気体 A を通じたところ、過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色がほぼ無色となった。

問1 気体 A は何か、化合物名を答えよ。

問2 下線部①の反応を化学反応式で示せ。

問3 下線部②の反応を化学反応式で示せ。

問4 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液と過酸化水素水を混ぜたところ、下線部②の反応と同様に水溶液はほぼ無色となった。このとき、過マンガン酸カリウムおよび過酸化水素を構成する原子のうち、反応の前後で酸化数が変化する原子の元素記号と酸化数の変化を例にならってすべて答えよ。

【例】 $\text{Fe} : +2 \rightarrow +3$

3

I 以下の操作1～6の記述をよみ、次の設問1～6に答えよ。

操作1 99 mLの沸騰水に1.0 mol/Lの塩化鉄(III)水溶液を全量が100 mLとなるまで少しずつ加えると、赤褐色のコロイド溶液が得られた。

操作2 この溶液をすべてセロハンの袋に入れ、2.9 Lの純水が入ったビーカーに充分長い時間浸した。これはコロイド溶液を精製するため行う操作で、(A)という。

操作3 精製したコロイド溶液4 mLを試験管にとり、0.1 mol/L Na_2SO_4 水溶液2 mLを加えたところ、沈殿を生じた。この現象を(B)といい、このように少量の電解質で沈殿するコロイドを(ア)コロイドという。

操作4 精製したコロイド溶液8 mLを別の試験管にとり、1%ゼラチン溶液2 mLを加えてよく振り混ぜた後、2本の試験管に分けた。一方の試験管に0.1 mol/L Na_2SO_4 水溶液2 mLを加えたとき、沈殿は生じなかった。これは、(ア)コロイドの周りを(イ)コロイドが取り囲み、(B)が起こりにくいためである。このようなはたらきをするコロイドを(ウ)コロイドという。また、もう一方の試験管に粉末の Na_2SO_4 を加えたところ、沈殿が生じた。このように多量の電解質によってコロイドが沈殿する現象を(C)という。

操作5 精製したコロイド溶液をビーカーに入れ、赤色のレーザー光をビーカーの側面から当てたところ、光の通路が明瞭に観察できた。これを(エ)現象という。

操作6 操作1で生成したコロイド溶液を 10^6 倍に希釈し、限外顕微鏡(普通の光学顕微鏡では見えない微粒子の存在を見えるようにした顕微鏡)で観察した。1.0 mm³あたりの粒子数を数えると、100個であった。また、コロイド粒子は絶えず不規則に運動しているのが観察された。このような運動を(オ)運動という。

問1 (A)～(C)に当てはまる語句の組合わせとして適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [14] にマークせよ。

	(A)	(B)	(C)
①	浸透	透析	凝析
②	浸透	凝析	塩析
③	浸透	塩析	凝析
④	透析	塩析	凝析
⑤	透析	凝析	塩析

問2 (ア)~(ウ)に当てはまる語句の組合わせとして適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [15] にマークせよ。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	分子	保護	親水
②	疎水	親水	保護
③	疎水	保護	親水
④	保護	親水	疎水
⑤	保護	疎水	親水

問3 操作2で、充分長い時間浸した後のビーカー内のpHはいくらか。最も近い値を下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [16] にマークせよ。ただし、操作1で起こった反応は完全に進行したと仮定する。

- ① 1 ② 3 ③ 5 ④ 7 ⑤ 9

問4 (エ)および(オ)に当てはまる語句の組合わせとして適切なものを、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [17] にマークせよ。

	(エ)	(オ)
①	浸透	ブラウン
②	浸透	チンダル
③	チンダル	浸透
④	ブラウン	チンダル
⑤	チンダル	ブラウン

問5 蒸留水、硫酸銅水溶液、デンプン水溶液および半透明になるまで水で薄めた牛乳をそれぞれビーカーに入れ、赤色のレーザー光をビーカーの側面から当てた。操作5で観察されたのと同様に光の通路が明瞭に観察されるのはどれか。下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [18] にマークせよ。

- ① すべて
 ② 硫酸銅水溶液、デンプン水溶液、薄めた牛乳
 ③ デンプン水溶液、薄めた牛乳
 ④ 硫酸銅水溶液、デンプン水溶液
 ⑤ 硫酸銅水溶液、薄めた牛乳

問6 操作6における観察結果をもとに、コロイド溶液中に存在するコロイド粒子1個の質量を求めよ。この質量に最も近い値を、下の①~⑤のうちから一つ選び、解答欄 [19] にマークせよ。ただし、操作1で起こった反応は完全に進行したと仮定し、生成したコロイド粒子はすべて均一な質量とする。

- ① $1 \times 10^{-15} \text{ g}$ ② $2 \times 10^{-15} \text{ g}$ ③ $5 \times 10^{-15} \text{ g}$
④ $1 \times 10^{-14} \text{ g}$ ⑤ $2 \times 10^{-14} \text{ g}$

II 気体の性質を理解するための実験に関する次の設問 1～5 に答えよ。300 K における二酸化炭素および酸素の水 1 L に対する溶解度は、それぞれ 0.80 L, 0.025 L とする。ここでの溶解度とは、273 K, 1.01×10^5 Pa のときの体積に換算した値である。ただし、次の条件が成り立つと仮定する。

- ・気体の水への溶解はヘンリーの法則が成り立つ。
- ・気体が溶解することにより水の体積は変化しない。
- ・気体は理想気体とする。
- ・水の蒸気圧は無視できる。

問 1 二酸化炭素と酸素からなる混合気体 A の平均分子量は 34.4 であった。混合気体 A の全圧が 1.01×10^5 Pa であったとき、酸素の分圧はいくらか。四捨五入して有効数字 3 桁で答えよ。

問 2 273 K, 1.01×10^5 Pa において 10.0 mL の混合気体 A を注射器に入れ、注射器の栓をした。300 K において注射器を水平に置いたときの内容物の体積はいくらか。四捨五入して有効数字 3 桁で答えよ。このときの大気圧は 1.01×10^5 Pa であった。

問 3 273 K, 1.01×10^5 Pa において 50.0 mL の二酸化炭素を注射器に入れた。300 K において外気にふれないよう純水 10.0 mL を吸引し、注射器の栓をした。注射器をよく振った後、水平に置いたときの内容物の体積（気体と水の体積の合計）はいくらか。四捨五入して有効数字 2 桁で答えよ。このときの大気圧は 1.01×10^5 Pa であった。

問 4 273 K, 1.01×10^5 Pa において 50.0 mL の混合気体 A を注射器に入れた。300 K において外気にふれないよう純水 50.0 mL を吸引し、注射器の栓をした。注射器をよく振った後、水平に置いた。水に溶解している二酸化炭素の物質量は、水に溶解している酸素の物質量の何倍か。四捨五入して有効数字 2 桁で答えよ。このときの大気圧は 1.01×10^5 Pa であった。

問 5 問 4 において、注射器の内容物の体積（気体と水の体積の合計）はいくらか。四捨五入して有効数字 2 桁で答えよ。

4

I 不飽和炭化水素に関する以下の文章をよみ、次の設問1～6に答えよ。

炭化カルシウムに水を反応させると(ア)が生じる。(ア)は無色、無臭の気体で、燃焼の際に多量の熱を発生する。(ア)を臭素水に通じると、赤褐色が消失する。このように不飽和結合の原子に他の原子または原子団が結合する反応を(イ)反応という。硫酸水銀(II)を触媒として、(ア)と水を反応させると(ウ)が生じる。(ウ)が生じたことは、アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて熱すると、銀が析出することから確認できる。工業的には、(ウ)は(エ)と酸素を反応させることによってつくられる。また(ウ)は(オ)を酸化することによっても得られる。

問1 (ア)に当てはまる化合物名を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [20] にマークせよ。

- ① エタン ② エチレン ③ アセチレン ④ トルエン ⑤ クメン

問2 (イ)に当てはまる語句を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [21] にマークせよ。

- ① 置換 ② 脱水 ③ 中和 ④ 付加 ⑤ 還元

問3 (ウ)に当てはまる化合物名を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [22] にマークせよ。

- ① エタノール ② アセトアルデヒド ③ フェノール
④ ホルムアルデヒド ⑤ アニリン

問4 下線部と同様に(ウ)の検出に用いられる他の反応を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [23] にマークせよ。

- ① オゾン分解 ② ジアゾカップリング ③ けん化
④ ヨウ素デンプン反応 ⑤ フェーリング液の還元

問5 (エ)に当てはまる化合物名を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [24] にマークせよ。

- ① エタン ② エチレン ③ アセチレン ④ トルエン ⑤ クメン

問6 (オ)に当てはまる化合物名を、下の①～⑤のうちから一つ選び、解答欄 [25] にマークせよ。

- ① エタノール ② アセトアルデヒド ③ フェノール
④ ホルムアルデヒド ⑤ アニリン

II 以下の文章をよみ、次の設問1～6に答えよ。計算値は四捨五入して整数で答えよ。ただし、標準状態における水素1 molの体積は、22.4 Lとする。

動植物の体内に存在する脂肪や脂肪油は油脂と呼ばれ、高級脂肪酸と化合物Aとのエステルである。高級脂肪酸は炭化水素基と(ア)基からなる。油脂の性質は脂肪酸の炭化水素基の種類によって決まる。例えば、融点は炭素原子の数が多いものほど高く、炭素原子間の二重結合が多いものほど低い。① 油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、化合物Aと高級脂肪酸のナトリウム塩(セッケン)が生じる。セッケンは疎水性部分と親水性部分をあわせ持ち、洗剤として用いられる。しかし、水溶液が弱塩基性であるため、羊毛や絹などの動物性繊維の洗濯には使用できない。また、② 硬水中ではセッケンの洗浄力は低下する。一方、合成洗剤はセッケンと似た作用を示し、硬水中でも使用することができる。

問1 化合物Aの名称を記せ。

問2 (ア)に当てはまる官能基の名称を記せ。

問3 下線部①の反応において、14.51 gの油脂Bを完全に加水分解するのに2.16 gの水酸化ナトリウムが必要であった。油脂Bの分子量を求めよ。

問4 油脂Cを用いて下線部①の反応を行った後、酸で処理すると、1種類の不飽和脂肪酸Dを得た。ニッケル触媒の存在下で、14.1 gの脂肪酸Dと水素が完全に反応するのに、標準状態で1.12 Lの水素が必要であった。脂肪酸Dを分子式で答えよ。ただし、脂肪酸Dに含まれる不飽和結合は、炭素原子間の二重結合が1個のみとする。

問5 下線部②について、セッケンの洗浄力が低下する理由を簡潔に述べよ。

問6 合成洗剤の一種である化合物Fは、下記の経路を経てつくることができる。その過程で生ずる化合物Eは何か。示性式で答えよ。

