

選択問題 生物・化学・物理

(試験時間 10 : 00 ~ 11 : 00)

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
 2. この問題冊子は 34 ページある。
 3. 生物・化学・物理のうち1つを選んで解答すること。
 4. 試験中に問題冊子のページの脱落等に気付いた場合は、手をあげて監督者に知らせること。
 5. 解答用紙に受験番号を記入し、マーク欄にマークすること。また、氏名とふりがなを記入すること。
 6. 選択した科目名を解答用紙の選択科目名欄に記入し、記入した科目名を選択科目マーク欄にマークすること。(マークがない場合は採点されない)
 7. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
 8. 解答用紙への記入には必ず HB の黒鉛筆またはシャープペンシル (HB, 0.5 mm 芯以上) を用いること。他の筆記用具を用いると、正確に読み取れない場合がある。
 9. マーク式の解答にあたっては、解答用紙の該当する箇所を
右に示す例に従ってぬりつぶすこと。
例えば 2 にマークするときは、次のように
①●③とする。
- | | |
|---|-------|
| 例 | |
| 良 | 不良 |
| ● | ● ⊗ ● |
10. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消すこと。
×をつけても消したことはない。また消しゴムのくずを完全にに取り除いておくこと。
 11. 解答がマーク式でないものについては、指定の箇所に解答を記入すること。
 12. 解答用紙の指定された場所以外には何も書いてはならない。
 13. 計算には問題冊子の余白あるいは別に配布する計算用紙 (白紙) を使用すること。
 14. 辞書機能、計算機能をもつものを使用してはならない。
 15. 携帯電話の電源は切っておくこと。身につけたり机の上に置いたりしてはならない。
 16. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

化学

必要があれば次の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, K = 39

1 以下の問1～問5に答えなさい。

問1 次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表1の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-ア)

- a ^{12}C の陽子数と電子数は、 ^{13}C の陽子数と電子数と同じである。
- b Mg^{2+} と S^{2-} の電子の数は等しい。
- c Na^+ よりも Al^{3+} の方がイオン半径が大きい。

表1

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問2 次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表2の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-イ)

- a ジメチルエーテルとエタノールでは、エタノールの方が沸点が高い。
- b ネオンとアルゴンでは、アルゴンの方が沸点が高い。
- c フッ化水素と塩化水素では、フッ化水素の方が沸点が高い。

表2

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(化 学)

問3 次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表3の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-ウ)

- a 周期表の第2周期の元素のうち、単体が常温・常圧で気体の元素は4つである。
- b 周期表の第3周期の元素の原子のうち、イオン化エネルギーが最も大きいのはナトリウムである。
- c 周期表の第3周期の2族元素の原子と17族元素の原子は、共有結合して分子を形成する。

表3

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問4 分子量 M の物質 x [g] が溶けた y [mL] の溶液について、モル濃度 [mol/L] と質量パーセント濃度 [%] を表す式として最も適するものを、表4の①～⑨から一つ選びなさい。ただし、溶液の密度は d [g/cm³] とする。(解答欄1-エ)

表4

	モル濃度 [mol/L]	質量パーセント濃度 [%]
①	$1000x/My$	x/dy
②	$1000x/My$	$100x/dy$
③	$1000x/My$	$100x/d(x+y)$
④	x/My	x/dy
⑤	x/My	$100x/dy$
⑥	x/My	$100x/d(x+y)$
⑦	$xy/1000M$	x/dy
⑧	$xy/1000M$	$100x/dy$
⑨	$xy/1000M$	$100x/d(x+y)$

(化学)

問5 次の記述 a～c の金属ア～オ (Ag, Cu, Mg, Na, Zn のいずれかとする) について、ア, ウ, エにあてはまる金属として最も適する組み合わせを、表5の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-オ)

- a オは常温で水と激しく反応した。ア, イ, ウ, エは水とは反応しなかったが、アだけは熱水と反応した。
- b ア, ウ, オは希硫酸と反応して水素を発生したが、イとエは反応しなかった。
- c イの陽イオンを含む水溶液にエを入れたところ、エの表面にイが析出した。

表5

	ア	ウ	エ
①	Na	Zn	Ag
②	Na	Ag	Cu
③	Na	Cu	Ag
④	Na	Zn	Cu
⑤	Mg	Zn	Ag
⑥	Mg	Ag	Cu
⑦	Mg	Cu	Ag
⑧	Mg	Zn	Cu

(化学)

2 エタン C_2H_6 0.060 g と酸素 0.32 g の混合気体を、容積 1.0 L の真空密閉容器に入れて (a) エタンを完全燃焼させた後、27 °C に保った。以下の問 1 ~ 問 5 に答えなさい。ただし、液体の体積と液体に対する気体の溶解は無視できるものとし、気体定数 R は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、27 °C における水の飽和蒸気圧は $3.5 \times 10^3 \text{ Pa}$ とし、気体は理想気体としてふるまうものとする。

問 1 下線部 (a) の化学反応式を解答欄 A に示しなさい。(解答欄 A)

問 2 燃焼後の二酸化炭素の物質量は何 mol か。最も近い値を次の①~⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - ア)

- ① 2.0×10^{-3} ② 2.4×10^{-3} ③ 3.6×10^{-3}
④ 4.0×10^{-3} ⑤ 4.5×10^{-3} ⑥ 6.0×10^{-3}

問 3 燃焼後の酸素の分圧は何 Pa か。最も近い値を次の①~⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - イ)

- ① 5.0×10^3 ② 7.5×10^3 ③ 1.0×10^4
④ 1.7×10^4 ⑤ 2.5×10^4 ⑥ 3.6×10^4

問 4 燃焼後の全圧は何 Pa か。最も近い値を次の①~⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - ウ)

- ① 8.3×10^3 ② 1.0×10^4 ③ 1.7×10^4
④ 2.1×10^4 ⑤ 3.2×10^4 ⑥ 3.6×10^4

問 5 燃焼後の液体の水の質量は何 g か。最も近い値を次の①~⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - エ)

- ① 1.2×10^{-3} ② 1.2×10^{-2} ③ 8.3×10^{-2}
④ 4.6×10^{-1} ⑤ 7.2×10^{-1} ⑥ 9.2×10^{-1}

(化 学)

3 以下の問1～問3に答えなさい。

問1 次の熱化学方程式(a)～(g)の各反応が平衡状態にあるとき、以下の(ア)と(イ)の両方に当てはまるものの組み合わせとして正しいものを、次の①～⑤から一つ選びなさい。(解答欄3-ア)

- (a) $2\text{NO}(\text{気}) = \text{N}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) + 181 \text{ kJ}$
(b) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{気}) = \text{CO}(\text{気}) + 2\text{H}_2(\text{気}) - 91 \text{ kJ}$
(c) $\text{C}_2\text{H}_4(\text{気}) + \text{H}_2(\text{気}) = \text{C}_2\text{H}_6(\text{気}) + 137 \text{ kJ}$
(d) $2\text{CO}_2(\text{気}) = 2\text{CO}(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) - 566 \text{ kJ}$
(e) $2\text{HI}(\text{気}) = \text{H}_2(\text{気}) + \text{I}_2(\text{気}) - 9 \text{ kJ}$
(f) $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) = 2\text{NH}_3(\text{気}) + 92 \text{ kJ}$
(g) $\text{C}(\text{固}) + \text{H}_2\text{O}(\text{気}) = \text{H}_2(\text{気}) + \text{CO}(\text{気}) - 131 \text{ kJ}$

- (ア) 圧力一定で温度を上げると平衡が右に移動する
(イ) 温度一定で圧力を上げると平衡が左に移動する

- ① (c), (f) ② (a), (c), (f) ③ (b), (d), (e)
④ (b), (d) ⑤ (b), (d), (g)

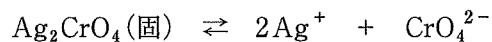
問2 化学平衡に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥から二つ選びなさい。(解答欄3-イ)

- ① ある反応が平衡状態にあるとき、正反応と逆反応の反応速度をそれぞれ v_a および v_b とすると、 $v_a = v_b = 0$ が成り立つ。
② 平衡定数は、温度一定であれば、濃度や圧力が異なっても一定の値となる。
③ 一般に、強酸とその塩の混合水溶液、または強塩基とその塩の混合水溶液には、緩衝作用がある。
④ 酸由来の陰イオンと塩基由来の陽イオンからなる化合物を塩といい、塩の水溶液には、中性を示すものばかりではなく、酸性や塩基性を示すものもある。
⑤ 不可逆反応とは、双方向に進行する可逆反応に対し、一方向にだけ進行する反応である。
⑥ 触媒を加えることによって、平衡に達する時間は変化するが、平衡定数は変わらない。

(化 学)

問3 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

溶解度積は、水溶液中に沈殿せずに存在するイオンのモル濃度〔mol/L〕から得られる値であり、溶解度の目安となる。難溶性の塩であるクロム酸銀は、わずかに水に溶け、次のような平衡が成り立つ。



ある温度におけるクロム酸銀の飽和水溶液のモル濃度は、 1.0×10^{-4} mol/Lであった。このときの溶解度積はいくらになるか。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄3-ウ)

- ① 4.0×10^{-4} (mol/L)² ② 2.0×10^{-4} (mol/L)² ③ 2.0×10^{-12} (mol/L)²
④ 4.0×10^{-4} (mol/L)³ ⑤ 4.0×10^{-12} (mol/L)³ ⑥ 2.0×10^{-12} (mol/L)³

(化 学)

4 次の I～IVの記述を読み、以下の問1～問4に答えなさい。

- I 安息香酸、アニリン、ニトロベンゼン、フェノールをジエチルエーテルに溶かして、4種類の芳香族化合物を含む溶液とした。
- II 記述Iの溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え、水層を塩基性にした後、分液ろうとを用いてよくふり混ぜた。静置した後、エーテル層と水層を分離した。
- III 記述IIで得られたエーテル層に希塩酸を加え、水層を酸性にした後、分液ろうとを用いてよくふり混ぜた。静置した後、エーテル層Aと水層Bに分離した。
- IV 記述IIで得られた水層に二酸化炭素を十分に吹き込み、溶質を炭酸と反応させた。そこへジエチルエーテルを加えた後、分液ろうとを用いてよくふり混ぜた。静置した後、エーテル層Cと水層Dに分離した。

問1 安息香酸、アニリン、ニトロベンゼン、フェノールを得るための操作として、最も適切なものを次の①～⑧から一つずつ選びなさい。安息香酸については(解答欄4-ア)に、アニリンについては(解答欄4-イ)に、ニトロベンゼンについては(解答欄4-ウ)に、フェノールについては(解答欄4-エ)にそれぞれマークしなさい。

- ① ベンゼンとプロペンを反応させ、酸素で酸化した後、希硫酸で処理する。
- ② ベンゼンに紫外線を照射しながら塩素と反応させる。
- ③ ベンゼンと水素をニッケル触媒存在下、高圧で反応させる。
- ④ 濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)をベンゼンに加えて反応させる。
- ⑤ トルエンを過マンガン酸カリウムで酸化した後、希硫酸で処理する。
- ⑥ 触媒に酸化バナジウム(V) V_2O_5 を用いて、*o*-キシレンを酸化する。
- ⑦ ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱する。
- ⑧ スズと濃塩酸によりニトロベンゼンを還元した後、塩基で処理する。

問2 エーテル層A、水層B、エーテル層C、水層Dにおもに含まれる芳香族化合物の構造式を、それぞれ解答用紙裏面の解答欄C、D、E、Fに書きなさい。

エーテル層Aに含まれる芳香族化合物(解答欄Cに書きなさい)

水層Bに含まれる芳香族化合物(解答欄Dに書きなさい)

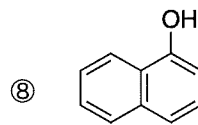
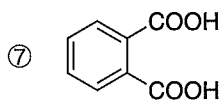
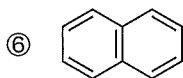
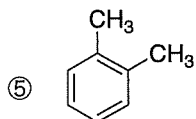
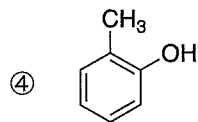
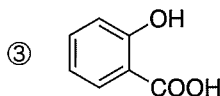
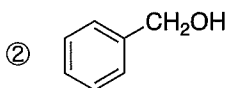
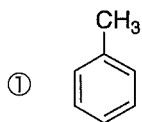
エーテル層Cに含まれる芳香族化合物(解答欄Eに書きなさい)

水層Dに含まれる芳香族化合物(解答欄Fに書きなさい)

(化学)

問3 水層 D に含まれる芳香族化合物と塩酸を混合させたときの化学変化を化学反応式で示し、解答用紙裏面の解答欄 G に書きなさい。ただし、芳香族化合物は構造式で記しなさい。

問4 次の①～⑧の芳香族化合物をそれぞれジエチルエーテル溶液とした後、記述ⅡとⅣの操作を行なった場合、エーテル層 C に含まれる芳香族化合物を二つ選びなさい。(解答欄 4-オ)



(化 学)

5 以下の問1～問3に答えなさい。

問1 糖類に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥から二つ選びなさい。
(解答欄5-ア)

- ① グルコースは、水溶液中では環状構造と鎖状構造で存在し、鎖状構造に含まれるホルミル基(アルデヒド基)により還元性を示す。
- ② スクロースは、水によく溶け、甘味がある $C_6H_{12}O_6$ で表せる単糖である。
- ③ セルロースは、還元性はないが、ヨウ素デンプン反応を示す。
- ④ アミロペクチンは、 α -1,6-グリコシド結合による分枝(枝分かれ)構造を含む水に溶けにくいデンプンである。
- ⑤ デンプンを希硫酸と加熱して十分に加水分解すると、最終的にグルコースとなる。
- ⑥ ヨウ素デンプン反応により呈色したデンプン水溶液は、加熱すると色が消え、冷却すると再び呈色する。

問2 天然のタンパク質を構成するアミノ酸に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥から二つ選びなさい。(解答欄5-イ)

- ① アラニンは、不斉炭素原子を有し、鏡像異性体が存在する。
- ② アミノ酸の中には、複数のカルボキシ基を有するものが存在する。
- ③ アミノ酸は、水溶液中では陽イオン、双性イオン、陰イオンの平衡状態として存在し、各イオンの存在比はpHによらず一定である。
- ④ グリシン水溶液の電気泳動において、等電点よりpHを小さくすると、グリシンはより陰極側に移動するようになる。
- ⑤ アミノ酸にアルコールと酸触媒を作用させると、アミノ基がアセチル化され、塩基としての性質を失う。
- ⑥ アミノ酸にニンヒドリンの水溶液を加えて加熱すると、赤紫～青紫色を呈する。

(化 学)

問3 油脂に関する以下の(1)～(3)に答えなさい。

- (1)以下の記述の(a)～(d)に入る語として最も適するものを、次の①～⑦からそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、同じ記号を繰り返し選んでもよい。
(a:解答欄5-ウ), (b:解答欄5-エ), (c:解答欄5-オ), (d:解答欄5-カ)

油脂は、(a)とさまざまな脂肪酸がエステル結合した化合物であり、その性質は、構成する脂肪酸により異なる。油脂の融点は、構成する脂肪酸の炭素原子の数が多きほど(b)なり、C=C結合が多きほど(c)なる。

油脂のエステル結合を塩基で加水分解することをけん化といい、1 molの油脂を完全にけん化するためには1価の塩基が(d) mol以上必要である。

- ① エチレングリコール ② グリセリン ③ 低く
④ 高く ⑤ 1 ⑥ 2 ⑦ 3

- (2)油脂1 gを完全にけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量〔mg〕をけん化価という。油脂Aは、構成する脂肪酸がパルミチン酸(分子量256)のみである。油脂Aのけん化価はいくらになるか。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄5-キ)

- ① 190 ② 195 ③ 208 ④ 232 ⑤ 254 ⑥ 263

- (3)油脂Bと油脂Cのけん化価は、それぞれ190と193であった。油脂Bと油脂Cの分子量に関する記述に関して、最も適するものを次の①～④から一つ選びなさい。(解答欄5-ク)

- ① 油脂Bの分子量は、油脂Cよりも大きい。
② 油脂Cの分子量は、油脂Bよりも大きい。
③ 油脂Bと油脂Cの分子量は、等しい。
④ 油脂Bと油脂Cの分子量の大小は、けん化価からは分からない。