

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 40 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にはならない。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, Na = 23, Br = 80

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 炭素の単体であるダイヤモンドと黒鉛の性質が異なるのは、結晶の構造が異なるためである。
- b 互いに同位体の原子どうしは、陽子、電子の数がそれぞれ同じである。
- c Na^+ と Mg^{2+} で、イオンの半径が大きいのは Mg^{2+} である。

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 次の三つの分子に関する以下の記述 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)

H_2O , CH_4 , NH_3

- a 電子の数が同じである。
- b 非共有電子対をもつ分子は二つである。
- c 水素結合を形成できる分子は二つである。

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 ドライアイスが常温で昇華するのは、二酸化炭素分子中の炭素原子と酸素原子がファンデルワールス力で結びついているためである。
- b 塩素原子は電子親和力が大きく、陰イオンになりやすい。
- c ケイ素の単体は半導体の性質を示すので、ケイ素は両性元素である。

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 金属に関する次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表4の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-エ)

- a アルミニウムは、工業的には高炉(溶鋳炉)にボーキサイト、コークス、石灰岩を入れて熱風を吹き込み、コークスの燃焼で生じる一酸化炭素でアルミニウムの酸化物を還元して製造される。
- b 白金が、アンモニアを酸化して一酸化窒素を生成する反応で触媒として用いられるのは、反応熱を下げて反応速度を大きくするはたらきがあるためである。
- c 金属に他の金属や非金属を融かしこんだものを合金といい、黄銅やステンレス鋼は合金である。

表4

	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5 一般式が $C_nH_{2n+2}O$ で表される有機化合物 1 mol を完全燃焼させる際に、過不足なく反応する酸素は何 mol か。次の①～⑧から適するものを一つ選びなさい。(解答欄1-オ)

- ① $\frac{3n}{2}$ ② $\frac{3n+1}{2}$ ③ $3n+1$
- ④ $\frac{2n+1}{2}$ ⑤ $\frac{3n-2}{2}$ ⑥ n
- ⑦ $2n$ ⑧ $3n$

(化 学)

2 以下の問1と問2に答えなさい。

問1 0.63 gのシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を水に溶かして 100 mLにした。この水溶液を 12 mL 量り取り、濃度が不明の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、図1のような滴定曲線が得られた。以下の(1)と(2)に答えなさい。

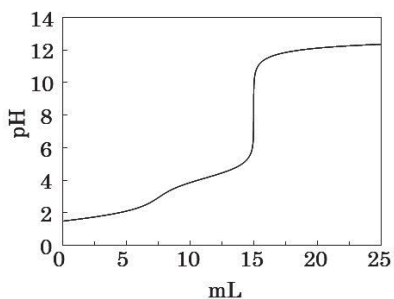


図 1

(1) シュウ酸水溶液のモル濃度 [mol/L] はいくらか。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 2 - ア)

- ① 0.0012 ② 0.0050 ③ 0.0070 ④ 0.010
⑤ 0.050 ⑥ 0.070 ⑦ 0.10 ⑧ 0.68

(2) この滴定に用いた水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] はいくらか。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 2 - イ)

- ① 0.0038 ② 0.0082 ③ 0.016 ④ 0.032
⑤ 0.040 ⑥ 0.080 ⑦ 0.11 ⑧ 0.16

(化 学)

問2 問1の水酸化ナトリウム水溶液を用いて、以下の手順により食酢中の酢酸の濃度を求めた。ただし、食酢中には酢酸以外の酸は含まれていないものとする。まず、食酢を水で10倍に希釈した後、ホールピペットで20.0 mLを採取してコニカルビーカーに移した。指示薬のフェノールフタレインをコニカルビーカーに加えてから、ビュレットを用いて水酸化ナトリウム水溶液を滴下すると、終点においてビュレットの液面は図2のようになった。なお、滴定開始直前のビュレットの目盛りは10.00 mLを示していた。以下の(1)～(3)に答えなさい。

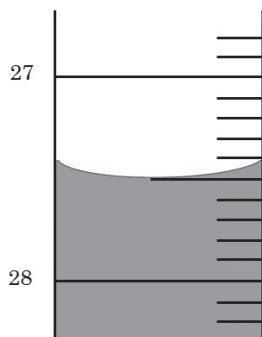


図2

(1) この滴定において、食酢中の酢酸の中和に要した水酸化ナトリウム水溶液の量は何 mL か。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 2-ウ)

- ① 7.40 ② 17.40 ③ 17.50 ④ 18.40
⑤ 18.50 ⑥ 27.40 ⑦ 27.50 ⑧ 28.50

(2) 食酢中の酢酸のモル濃度 [mol/L] はいくらか。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 2-エ)

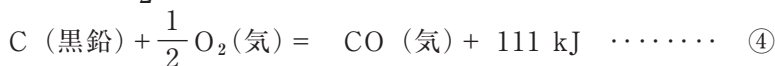
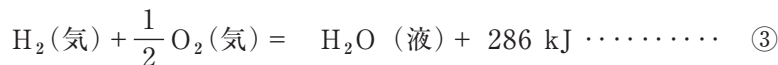
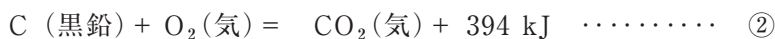
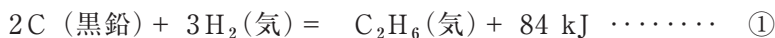
- ① 0.060 ② 0.065 ③ 0.070 ④ 0.075
⑤ 0.60 ⑥ 0.65 ⑦ 0.70 ⑧ 0.75

(3) 食酢中の酢酸の質量パーセント濃度 [%] はいくらか。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。なお、食酢の密度は 1.02 g/cm^3 とし、小数第二位まで解答すること。(解答欄 2-オ)

- ① 3.89 ② 3.95 ③ 4.04 ④ 4.12
⑤ 4.24 ⑥ 4.36

(化学)

3 次の熱化学方程式①～④を用いて、以下の問1～問4に答えなさい。



問1 エタンの生成熱は何 kJ/mol か。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 3 - ア)

- ① 42 ② 84 ③ 108 ④ 111
⑤ 197 ⑥ 286 ⑦ 310 ⑧ 394

問2 炭素(黒鉛) 6.0 g が完全燃焼するときに出される熱量 [kJ] として、最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 3 - イ)

- ① 84 ② 99 ③ 111 ④ 131
⑤ 197 ⑥ 286 ⑦ 309 ⑧ 394

問3 一酸化炭素の燃焼熱は何 kJ/mol か。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 3 - ウ)

- ① 71 ② 141 ③ 175 ④ 283
⑤ 397 ⑥ 478 ⑦ 680 ⑧ 791

問4 エタン、一酸化炭素および水素の混合気体が 0.20 mol ある。この混合気体を十分な酸素の存在下で完全に燃焼させたところ、0.080 mol の水と 0.16 mol の二酸化炭素が生じた。以下の(1)と(2)に答えなさい。

(1) 最初の混合気体中のエタンの物質質量 [mol] として、最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 3 - エ)

- ① 0.010 ② 0.020 ③ 0.030 ④ 0.040
⑤ 0.050 ⑥ 0.060 ⑦ 0.070 ⑧ 0.080

(化 学)

(2) 最初の混合気体を完全に燃焼させたときに発生する熱量[kJ]として、最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。ただし、燃焼によって生成する水はすべて液体とする。(解答欄3-オ)

- ① 17.5 ② 23.0 ③ 34.5 ④ 52.0
⑤ 69.5 ⑥ 87.0 ⑦ 122 ⑧ 139

(化 学)

4 以下の問1と問2に答えなさい。

問1 分子式 C_4H_8 で表される炭化水素はいくつあるか。次の①～⑧から一つ選びなさい。ただし、立体異性体を含めるものとする。(解答欄4-ア)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8

問2 次のI～Vの記述を読み、以下の(1)～(3)に答えなさい。

- I 化合物Aは分子式 C_4H_8 の鎖状炭化水素であり、化合物Bは化合物Aよりも分子量が14小さい鎖状炭化水素である。
II 化合物Aに臭素を付加反応させると、不斉炭素原子を一つもつ化合物Cが生じた。
III 化合物Bとベンゼンを、 $AlCl_3$ などの触媒を用いて反応させると化合物Dが生じた。
IV 化合物Dを空気酸化した後、希硫酸で分解すると化合物Eとアセトンが生じた。
V 化合物Eは塩化鉄(III)水溶液と反応し、紫色を呈した。

(1) 上記のIIにおいて、140 mgの化合物Aに完全に臭素を付加させるために最低限必要な臭素の質量は何mgか。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄4-イ)

- ① 100 ② 200 ③ 300 ④ 400
⑤ 500 ⑥ 600 ⑦ 700 ⑧ 800

(2) 化合物Eに関する記述として正しいものを、次の①～⑤から二つ選びなさい。(解答欄4-ウ)

- ① 水に少し溶けて弱塩基性を示す。
② 無水酢酸と反応してエステルを生成する。
③ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、二酸化炭素が発生する。
④ 水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水溶性の塩を生じる。
⑤ 穏やかに酸化するとアルデヒドとなり、さらに酸化するとカルボン酸になる。

(化 学)

(3) 化合物 A, B, C, D, E の構造式をそれぞれ解答用紙裏面の解答欄 C, D, E, F, Gに書きなさい.

化合物 A (解答欄 C に書きなさい)

化合物 B (解答欄 D に書きなさい)

化合物 C (解答欄 E に書きなさい)

化合物 D (解答欄 F に書きなさい)

化合物 E (解答欄 G に書きなさい)

(化 学)

5 以下の問1～問4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 グルコースの水溶液が還元性を示すのは、鎖状構造の中にホルミル基（アルデヒド基）が存在するためである。
- ② フルクトースは、果実などに存在する甘味の強い単糖である。
- ③ ヨウ素デンプン反応は、呈色した状態で加熱すると色が消え、冷却すると再び呈色する。
- ④ グリコーゲンは、ヨウ素デンプン反応では呈色しない。
- ⑤ セルロースは、希硫酸を加えて十分に加熱すると、加水分解されてグルコースになる。
- ⑥ アミロースは、 α -グルコースが1,4位と1,6位で結合した枝分かれ構造をしている。

問2 アミノ酸とペプチドに関する記述として誤っているものを、次の①～⑥から三つ選びなさい。(解答欄5-イ)

- ① アミノ基とカルボキシ基が同一の炭素原子に結合しているアミノ酸を α -アミノ酸という。
- ② アラニンにメタノールを反応させてカルボキシ基をエステル化すると、酸としての性質がなくなる。
- ③ pH5の緩衝液中では、大部分のリシンは陰イオンになっている。
- ④ グリシン水溶液のpHが等電点であるとき、陽イオン、双性イオンおよび陰イオンの各イオンの濃度はすべて等しい。
- ⑤ グルタミン酸は、分子内に2個のカルボキシ基をもつ酸性アミノ酸である。
- ⑥ 二つの別々のペプチドが、ジスルフィド結合で結合するには、それぞれのペプチド中に二つ以上のシステインが存在する必要がある。

(化 学)

問3 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、1gの油脂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、グリセリン1分子に3分子のオレイン酸(分子量282)がエステル結合をしている油脂である。油脂Aのけん化価として最も近い値を、次の①～⑥から一つ選びなさい。なお、水酸化カリウムの式量は56.0とする。(解答欄5-ウ)

- ① 63.3 ② 168 ③ 179 ④ 183 ⑤ 190 ⑥ 198

問4 タンパク質に関する以下の(1)と(2)に答えなさい。

(1) タンパク質の水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にしたのち、少量の(a)水溶液を加えると、赤紫色を呈する。この反応を(b)反応といい、アミノ酸(c)分子以上からなるペプチドの場合にみられる。

(a)～(c)に入るものとして最も適するものを、次の①～⑨からそれぞれ一つずつ選びなさい。(a:解答欄5-エ), (b:解答欄5-オ), (c:解答欄5-カ)

- ① 2 ② 濃硝酸 ③ 硫酸銅(II)
④ ビウレット ⑤ ニンヒドリン ⑥ 3
⑦ キサントプロテイン ⑧ 濃塩酸 ⑨ 酢酸鉛(II)

(2) タンパク質の水溶液に(d)を加えて熱すると黄色になり、さらにアンモニア水などを加えて塩基性にすると、橙黄色になる。この反応を(e)反応という。この反応は、(f)の(g)化により起こり、芳香族アミノ酸が含まれていることを示す。

(d)～(g)に入るものとして最も適するものを、次の①～⑨からそれぞれ一つずつ選びなさい。(d:解答欄5-キ), (e:解答欄5-ク), (f:解答欄5-ケ), (g:解答欄5-コ)

- ① 濃塩酸 ① ベンゼン環 ② アセチル
③ 濃硝酸 ④ ニトロ ⑤ 脂肪族
⑥ アミノ基 ⑦ ニンヒドリン ⑧ キサントプロテイン
⑨ 塩素