

平成30年度 入学者選抜試験問題

一般入学試験

理 科 (100分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は80ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
物理 4～27ページ
化学 28～49ページ
生物 50～80ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号			

化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H: 1.0 C: 12 N: 14 O: 16 Cl: 35.5

水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

$\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\sqrt{2} = 1.4$, $\sqrt{17} = 4.1$

1 次の問1～10に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

問1 三重結合をもつ分子を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① オゾン ② アクリロニトリル ③ リン酸
④ スチレン ⑤ シクロペンテン ⑥ *p*-フェニルアゾフェノール

問2 分子の形と極性に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 単体の二原子分子はすべて無極性分子である。
② ハロゲン化水素の分子はすべて極性分子である。
③ 三酸化硫黄は正三角形の無極性分子である。
④ 次亜塩素酸は折れ線形の極性分子である。
⑤ 過酸化水素は直線形の無極性分子である。

問3 ある炭化水素 X がある。56.0 mg の X を完全燃焼させると、176 mg の二酸化炭素と 72.0 mg の水が生成した。また、X に同体積の水素を付加すると、同体積の炭化水素 Y に変化した。標準状態における密度は、X は 2.50 g/L で、Y は 2.59 g/L であった。次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

3

- ① 56.0 mg の X を完全燃焼させるために必要な酸素の質量は 192 mg であることから、質量保存の法則の成立が確認できる。
- ② X に同体積の水素を付加すると、同体積の炭化水素 Y に変化したことから、気体反応の法則の成立が確認できる。
- ③ X の分子量は水素の分子量の 28 倍であることから、アボガドロの法則の成立が確認できる。
- ④ 56.0 mg の X に含まれる炭素は 48.0 mg であることから、定比例の法則の成立が確認できる。
- ⑤ この実験の結果のみから、X の分子式を定めることはできない。

問4 酸化還元反応に関する次の①～⑤の記述のうち、酸化剤としてはたらく物質において、原子の酸化数が最も大きく変化しているものを一つ選びなさい。

4

- ① 過酸化水素水に二酸化硫黄を通じると、硫酸が生成した。
- ② 硫化水素と二酸化硫黄を混合すると、黄煙が生じた。
- ③ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液と塩化スズ(Ⅱ)水溶液を混合すると、溶液が変色した。
- ④ ニトロベンゼンに鉄と塩酸を作用させると、アニリン塩酸塩が生成した。
- ⑤ 塩基性下においてトルエンに過マンガン酸カリウム水溶液を作用させると、安息香酸カリウムが生成した。

問5 化学反応と光に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 光の波長が長いほど、その光のエネルギーは大きい。
- ② 反応物がもつ化学エネルギーと生成物がもつ化学エネルギーの差または差の一部が光として放出される現象を、化学発光という。
- ③ 蛍の発光は化学発光である。
- ④ シュウ酸エステルと過酸化水素の反応によるケミカルライトでは、反応物以外に加えてある蛍光物質が光を発する。
- ⑤ 光合成は吸熱反応である。

問6 ケイ素の単体と化合物に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 単体は自然界に存在しない。
- ② 二酸化ケイ素の相対質量は分子量で与えられる。
- ③ 透明度の高い石英を石英ガラスという。
- ④ ケイ酸ナトリウムは水に溶けやすく、その濃厚水溶液を水ガラスという。
- ⑤ 水ガラスに塩酸を加えると、シリカゲルの白色沈殿が生成する。

問7 カルボン酸の性質と反応に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。ただし、化合物の状態はいずれも 25℃, 1.01×10^5 Pa 下のものである。

- ① ギ酸は刺激臭をもつ液体で、脂肪酸の中では最も強い酸性を示す。
- ② 酢酸は刺激臭をもつ液体で、マグネシウムと反応して水素を発生する。
- ③ オレイン酸は液体で、臭素の四塩化炭素溶液を脱色する。
- ④ マレイン酸の水への溶解度は大きいですが、フマル酸の水への溶解度は小さい。
- ⑤ クエン酸は柑橘類に多く含まれ、旋光性がある。

問8 芳香族化合物の性質と反応に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、化合物の状態はいずれも 25℃, 1.01×10^5 Pa 下のものである。

- ① フェノールは無色の液体で、水に少し溶ける。その水溶液に臭素水を加えると、白色沈殿が生成する。
- ② ベンゼンスルホン酸は無色の結晶で、水によく溶ける。その水溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気体が発生する。
- ③ ニトロベンゼンは黄色の液体で、特有のにおいをもつ。さらし粉水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
- ④ アセチルサリチル酸は無色の液体で、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
- ⑤ アニリンは白色の結晶で、水に溶けやすく、その水溶液は塩基性を示す。

問9 単糖類に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 9

- ① グルコースとガラクトースは互いに構造異性体の関係にある。
- ② 通常のグルコースの結晶は β 型であるが、水に溶かすと、 α 型・鎖状構造・ β 型の平衡状態になる。
- ③ グルコースの水溶液は、銀鏡反応を示すが、フェーリング液は還元しない。
- ④ フルクトースは糖類の中で最も甘く、はちみつなどに存在する。
- ⑤ フルクトースの結晶は、主に五員環構造であるが、水に溶かすと、五員環構造・鎖状構造・六員環構造の平衡状態になる。

問10 プラスチックの重合様式と加熱に対する性質の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 10

	プラスチック	重合様式	加熱に対する性質
①	ポリ塩化ビニル	付加重合	熱硬化性
②	ポリメタクリル酸メチル	縮合重合	熱可塑性
③	アルキド樹脂	縮合重合	熱硬化性
④	メラミン樹脂	付加重合	熱可塑性
⑤	尿素樹脂	付加縮合	熱可塑性

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

2 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

タンパク質に含まれる窒素量は、タンパク質の種類に関係なく、ほぼ一定していることが知られている。ある食品に含まれるタンパク質の含有量を求めるため、以下の実験を行った。

実験 ある食品 10.0 g をはかり取り、濃硫酸を加えて加熱したところ、食品中の窒素原子はすべて硫酸アンモニウムに変化した。ここに (a) 3.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 100 mL 加えると、硫酸アンモニウムはすべて反応し、アンモニアガスが生じた。このアンモニアガスを 0.15 mol/L 硫酸水溶液 100 mL にすべて吸収させた。この溶液を、(b) ホールピペットを用いて 20 mL ずつ、4 つのコニカルビーカーにはかり取った (以下、各水溶液を「試料溶液 No. 1～4」と呼ぶ)。それぞれの試料溶液内の残りの硫酸を、(c) 指示薬にメチルオレンジを用いて 0.40 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、以下のような結果を得た。

試料溶液	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
滴下量[mL]	4.92	5.06	6.00	5.02
滴定終了時点の色	赤橙色	赤橙色	黄色	赤橙色

問1 下線部(a)～(c)における操作に関する次の文章の正誤の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

- (a) メスシリンダーを用いてはかり取ってもよい。
- (b) 純水ですすいだのちに、0.15 mol/L 硫酸水溶液で内部をすすいでから使用しなくてはならない。
- (c) メチルオレンジの代わりに、フェノールフタレインを用いることもできる。

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

問2 この滴定操作は、手早く行わないと大気中のある物質の影響を受け、誤差が生じる。誤差の原因となる物質の性質に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 2

- ① 最も軽い気体であり、アンモニアの原料として用いられている。
- ② 塩化コバルト紙を淡赤色に変化させる。
- ③ 石灰水に吹き込むと、石灰水が白濁する。
- ④ 同素体に、微青色の気体がある。
- ⑤ 無色の気体で、天然ガスの主成分である。

問3 試料溶液 No. 3 の滴定は水酸化ナトリウム水溶液を滴下しすぎたため、この結果を除外して、残り 3 回の測定値の平均値を滴定値とした。この結果から、発生したアンモニアの総物質量として最も近い数値を、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。なお、アンモニアの吸収によって硫酸水溶液の体積は変化しないものとする。 mol

- ① 2.5×10^{-3} ② 8.0×10^{-3} ③ 1.5×10^{-2} ④ 2.0×10^{-2}
 ⑤ 2.8×10^{-2} ⑥ 4.0×10^{-2} ⑦ 8.0×10^{-2} ⑧ 1.0×10^{-1}

問4 この食品中のタンパク質含有率として最も近い数値を、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし、この食品中にはタンパク質以外に窒素原子を含まないものとし、タンパク質中の窒素含有率は 16% とする。 %

- ① 2.2 ② 8.8 ③ 16 ④ 18 ⑤ 25 ⑥ 35
 ⑦ 70 ⑧ 88

問5 試料溶液 No. 3 の滴定直後の pH として最も近い数値を、下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし、pH の値は 25℃ におけるものとし、反応により気体は生じなかったものとする。また、アンモニアの電離定数 K_b は、次の値とする。

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

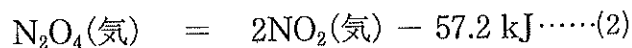
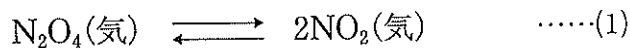
- ① 6.2 ② 6.4 ③ 6.7 ④ 7.0 ⑤ 8.3 ⑥ 8.6
 ⑦ 8.8 ⑧ 10.6 ⑨ 11.4

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

N_2O_4 と NO_2 の間には、(1)式の可逆反応が起こる。この反応の熱化学方程式は(2)式で表される。



N_2O_4 と NO_2 の平衡時の分圧をそれぞれ p_1 [Pa]、 p_2 [Pa] とすると、この反応の圧平衡定数 K_p [Pa] は(3)式で表される。

$$K_p = \frac{p_2^2}{p_1} \quad \dots\dots(3)$$

温度と容積を調節できる密閉容器に 1.0 mol の N_2O_4 を封入して、 67°C 、 1.5×10^5 Pa に保ったところ、(1)式の可逆反応が平衡状態（状態1）に達した。このときの N_2O_4 の解離度は 0.50 であった。状態1における混合気体の体積を V [L] とする。

問1 NO_2 の生成熱は -33.2 kJ/mol である。 N_2O_4 の生成熱として最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 kJ/mol

- ① -123.6 ② -24.0 ③ -9.2 ④ 9.2
⑤ 24.0 ⑥ 123.6

問2 67°C における(1)式の圧平衡定数として最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 Pa

- ① 2.5×10^4 ② 5.0×10^4 ③ 1.1×10^5 ④ 1.5×10^5
⑤ 2.0×10^5 ⑥ 4.0×10^5

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

問3 状態1に対して、温度と圧力を一定に保ったまま、容器内に1.0 molのアルゴンを加えた。新たな平衡状態に達したときの N_2O_4 の解離度を α とする。 α について最も適切な式を、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

- ① $\alpha < 0.25$ ② $0.25 < \alpha < 0.50$ ③ $\alpha = 0.50$ ④ $0.50 < \alpha < 1.0$

問4 状態1に対して、温度を一定に保ったまま体積を $\frac{1}{2}V$ [L]にした。新たな平衡状態に達したときの N_2O_4 の解離度として最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 0.25 ② 0.39 ③ 0.50 ④ 0.69 ⑤ 0.78 ⑥ 0.90

問5 27°C における(1)式の圧平衡定数は 2.0×10^4 Paである。また、 27°C における N_2O_4 の飽和蒸気圧を 9.0×10^4 Paとする。状態1に対して、温度を 27°C に下げ保ち、容積を変化させた。(1)式の平衡も成り立ち、かつ N_2O_4 が気液平衡に達しているとき、気体として存在する N_2O_4 の解離度として最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 0.19 ② 0.39 ③ 0.50 ④ 0.69 ⑤ 0.78 ⑥ 0.90

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

4 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

ハロゲンは周期表第17族に位置する元素であり、価電子を7個もっているために、1価の陰イオンになりやすい。そのため、ハロゲンの単体は酸化力が強く、天然には化合物の形で存在することが多い。ハロゲンの単体と水素を反応させるとハロゲン化水素を生じる。ハロゲン化水素はいずれも無色で刺激臭のする気体であり、水によく溶ける性質をもっている。

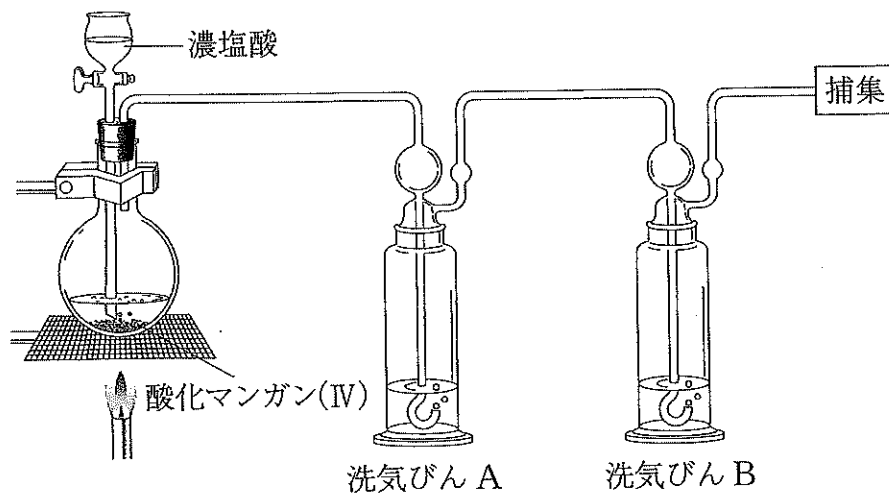
塩素は反応性に富む物質であるが、メタンとは、塩素と混ぜただけでは反応しない。メタンと塩素の混合気体に と 反応が起こり、十分な量の塩素と反応させれば、化合物 が生成する。

問1 ハロゲンの酸化力に関する記述(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- (a) フッ素や塩素を水に溶かすと、ともに水を酸化する。
- (b) 塩素の入ったビンにしめらせた青色リトマス紙を入れると、赤色になったのち、色が消える。
- (c) 臭化カリウム水溶液にヨウ素を加えると、臭素が遊離する。

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

問2 次の図は塩素の実験室的製法の模式図である。この実験に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 2



- ① 塩素の気体は水上置換で集める。
- ② 洗気びん A には濃硫酸を、洗気びん B には水を入れる。
- ③ 塩素発生反応は吸熱反応なので、反応を進行させるために加熱する。
- ④ 酸化マンガン(IV)を過マンガン酸カリウム水溶液に変え、加熱せずに実験すると塩素は発生しない。
- ⑤ 酸化マンガン(IV)は触媒としてはたらく。

問3 ハロゲン化水素に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 3

- ① 分子量が大きいほど分子間力が強いので、沸点は $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$ の順に高くなる。
- ② フッ化水素は空気より軽く、水に溶けるので、上方置換法で捕集する。
- ③ 濃塩酸の入ったビンのふたを開けておくと、白煙が生じる。
- ④ 臭化水素酸はガラスを溶かすので、ポリエチレンビンに保存する必要がある。
- ⑤ ヨウ素と水素を混合して光を当てると爆発的に反応が進行し、ヨウ化水素が生成する。

問4 文中の **ア** ~ **ウ** に入るものの組合せとして最も適切なものを、次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **4**

	ア	イ	ウ
①	鉄を加えて加熱する	付加	クロロホルム
②	鉄を加えて加熱する	置換	クロロホルム
③	鉄を加えて加熱する	付加	四塩化炭素
④	鉄を加えて加熱する	置換	四塩化炭素
⑤	光をあてる	付加	クロロホルム
⑥	光をあてる	置換	クロロホルム
⑦	光をあてる	付加	四塩化炭素
⑧	光をあてる	置換	四塩化炭素

問5 メタン 1.0 mol に塩素を加えて混合気体とし、適当な条件で反応させたのち、未反応の塩素および生じた塩化水素を除いたところ、化合物 X, Y, Z の混合物が得られた。この反応について、次の(a)~(d)がわかっている。このとき、Z のモル分率として最も近い数値を、下の①~⑨のうちから一つ選びなさい。 **5**

- (a) X, Y, Z は炭素原子を一つだけ持つ。
 (b) X, Y, Z の平均分子量は 85.0 で、分子量の大きさは $X < Y < Z$ である。
 (c) X, Y, Z はすべて極性分子である。
 (d) Y が 51.0 g 得られた。

- ① 0.05 ② 0.10 ③ 0.15 ④ 0.20 ⑤ 0.25 ⑥ 0.30
 ⑦ 0.40 ⑧ 0.50 ⑨ 0.60

(下書き用紙)

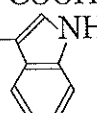

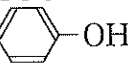
化学の試験問題は次に続く。

5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

多数の α -アミノ酸の縮合重合で生じたペプチドをポリペプチドといい、特に4分子のアミノ酸からなるペプチドをテトラペプチドという。ペプチドの一方の末端にはアミノ基が存在し、もう一方の末端にはカルボキシ基が存在する。これらをそれぞれ、ペプチドのN末端およびC末端と呼ぶ。

ペプチドはタンパク質と同様に、固有の生理機能をもつものが多く存在する。例えば、ヒトの体には約15種類のオピオイドペプチドと呼ばれるペプチドがあり、鎮痛作用などの生理機能をもつことが知られている。ほとんどのオピオイドペプチドは、N末端側の4つのアミノ酸配列が共通している。いま、この共通配列で構成されるテトラペプチドをAとすると、このAには、次の(a)～(f)の特徴および実験結果がある。

- (a) Aは、次ページの表にある α -アミノ酸のうち、3種類からなり、そのうち1種類は旋光性を示さない。
- (b) Aの4つのアミノ酸配列のうち、中央の2つは同じアミノ酸である。
- (c) Aを、ベンゼン環をもつアミノ酸の、アミノ基側のペプチド結合を特異的に加水分解する作用をもつ酵素Pを用いて加水分解すると、トリペプチドBと芳香族アミノ酸Cが得られた。
- (d) Bを、ベンゼン環をもつアミノ酸の、カルボキシ基側のペプチド結合を特異的に加水分解する作用をもつ酵素Qを用いて加水分解すると、ジペプチドDと芳香族アミノ酸Eが得られた。
- (e) CとEをそれぞれ含む水溶液に、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を滴下したところ、Eだけが紫色に呈色した。
- (f) CとEの分子量の差は16であった。

	アミノ酸名	構造式
①	グリシン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
②	アラニン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
③	トリプトファン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}_5\text{H}_4\text{NH} \end{array}$ 
④	フェニルアラニン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ 
⑤	チロシン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \end{array}$ 

問1 上の表の①～⑤の α -アミノ酸のうち、旋光性を示さないものを一つ選びなさい。

問2 次の①～⑤の記述のうち、テトラペプチドAの検出に適さないものを一つ選びなさい。

- ① Aの水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて加熱する。
- ② Aの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えた後、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加える。
- ③ Aの水溶液にフェーリング液を加えて加熱する。
- ④ Aの水溶液に濃硝酸を加えて加熱した後、さらにアンモニア水を加える。
- ⑤ Aの水溶液に水酸化ナトリウムを加えて加熱し、生じる気体に赤色リトマス紙を近づける。

問3 テトラペプチドAのアミノ酸配列を次のように表したとき、アミノ酸の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

(N末端) ア—イ—ウ—エ (C末端)

	ア	イ	ウ	エ
①	フェニルアラニン	グリシン	グリシン	チロシン
②	フェニルアラニン	グリシン	グリシン	トリプトファン
③	フェニルアラニン	アラニン	アラニン	チロシン
④	フェニルアラニン	アラニン	アラニン	トリプトファン
⑤	チロシン	グリシン	グリシン	フェニルアラニン
⑥	チロシン	グリシン	グリシン	トリプトファン
⑦	チロシン	アラニン	アラニン	フェニルアラニン
⑧	チロシン	アラニン	アラニン	トリプトファン

問4 0.010 mol のテトラペプチドAを、反応に最低限必要な量の無水酢酸を用いてアセチル化した。用いた無水酢酸の質量として最も近い数値を、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし、このアセチル化は無水酢酸によってのみおこるものとする。 4 g

- ① 0.60 ② 1.0 ③ 1.2 ④ 1.8 ⑤ 2.0 ⑥ 2.4
 ⑦ 3.0 ⑧ 3.6

(下書き用紙)