

に



世界史 B, 日本史 B, 地理 B, 政治・経済 物理, 化学, 生物 問題

はじめに, これを読みなさい。

1. この問題冊子は 125 ページある。ただし, ページ番号のない白紙はページ数に含まない。各科目のページ数は以下のとおりである。必要な科目を選択して解答すること。

世界史 B	1 ページから 17 ページ
日本史 B	18 ページから 30 ページ
地理 B	31 ページから 57 ページ
政治・経済	58 ページから 74 ページ
物理	75 ページから 86 ページ
化学	87 ページから 106 ページ
生物	107 ページから 125 ページ

2. 解答用紙に印刷されている受験番号が正しいかどうか, 受験票と照合して, 確認すること。
3. 問題文の中で, 国名, 地域名, 企業名については略称, 通称も用いている。
4. 監督者の指示にしたがい, 解答用紙の氏名欄に氏名を記入すること。次に「解答科目マーク欄」にマークし, 「解答科目名記入欄」に解答する科目名を記入すること。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 点とする。
5. 解答は, すべて解答用紙の解答欄にマークすること。所定欄以外のところには何も記入しないこと。
6. 1 つの解答欄に, 2 つ以上マークしないこと。
7. 解答は, 必ず鉛筆またはシャープペンシル(いずれも HB・黒)で記入のこと。
8. 訂正する場合は, 消しゴムできれいに消し, 消しくずを残さないこと。
9. 解答用紙は, 絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。
10. 解答用紙はすべて回収するので, 持ち帰らず, 必ず提出すること。ただし, この問題冊子は, 必ず持ち帰ること。
11. 試験時間は, 60 分である。
12. マーク記入例

良い例	悪い例
	

◇M31(021-649)

化 学

(解答番号 1 ~ 34)

注意：原子量が必要な場合は、次の数値を用いなさい。

$$H = 1.0 \quad C = 12.0 \quad O = 16.0$$

$$Ni = 58.7 \quad Cd = 112.4 \quad I = 126.9$$

必要な場合は、次の定数を用いなさい。

$$\text{アボガドロ定数 } N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$$

$$\text{ファラデー定数 } F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

$$\text{気体定数 } R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$$

[I] 次の文章を読み、文中の空欄 ~ に入る最もふさわしいものを各解答群の中から一つ選び、その記号をマークしなさい。

1 下記の記述のうち、下線部について正誤の組み合わせが正しいものは

である。

ア 原子がその原子核から α 線(He の原子核)を放出すると、質量数は変わらず原子番号が 2 小さくなる。

イ 原子がその原子核から β 線(電子)を放出すると、質量数は変わらず原子番号が 1 小さくなる。

ウ γ 線は光や X 線と同様に、電磁波の一種である。

の解答群

	A	B	C	D	E	F	G	H
ア	正	正	正	正	誤	誤	誤	誤
イ	正	正	誤	誤	正	正	誤	誤
ウ	正	誤	正	誤	正	誤	正	誤

2 下記の記述のうち、正誤の組み合わせが正しいものは である。

ア ハンダはスズを主な成分とする合金である。

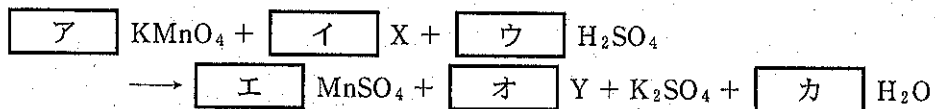
イ ブリキは鉄とスズの合金である。

ウ 粗銅の電解精錬においては粗銅中に含まれる金・銀などはイオンとして溶け出すことがなく陽極の下にたまる。

の解答群

	A	B	C	D	E	F	G	H
ア	正	正	正	正	誤	誤	誤	誤
イ	正	正	誤	誤	正	正	誤	誤
ウ	正	誤	正	誤	正	誤	正	誤

3 硫酸酸性溶液中における過マンガン酸カリウムとシュウ酸の酸化還元反応の反応式は、シュウ酸の分子式を X、生成物の分子式を Y として、次式で表わされる。



ここで、 ~ は係数である。 と の和は である。

の解答群

A 6	B 7	C 8	D 9
E 13	F 14	G 15	H 16

4 硫酸のモル質量を $M \text{ g/mol}$ とする。質量パーセント濃度が $a\%$ の硫酸水溶液の密度が $d \text{ g/cm}^3$ であるとき、この水溶液の硫酸のモル濃度は mol/L であり、質量モル濃度は mol/kg である。

と の解答群

- | | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| A $\frac{a}{M}$ | B $\frac{M}{a}$ | C $\frac{ad}{M}$ | D $\frac{M}{ad}$ |
| E $\frac{10a}{M}$ | F $\frac{M}{10a}$ | G $\frac{10ad}{M}$ | H $\frac{M}{10ad}$ |

5 アルミニウム結晶の単位格子は面心立方格子である。アルミニウムのモル質量を M 、原子半径を r 、アボガドロ定数を N_A とするとき、アルミニウム結晶の密度は で表わされる。

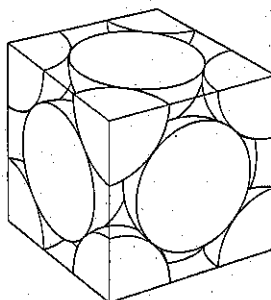


図 アルミニウムの単位格子

の解答群

- | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| A $\frac{M}{4\sqrt{2} N_A r^3}$ | B $\frac{M}{8\sqrt{2} N_A r^3}$ | C $\frac{MN_A}{4\sqrt{2} r^3}$ |
| D $\frac{MN_A}{8\sqrt{2} r^3}$ | E $\frac{3\sqrt{3} M}{8 N_A r^3}$ | F $\frac{3\sqrt{3} M}{16 N_A r^3}$ |
| G $\frac{3\sqrt{3} MN_A}{8 r^3}$ | H $\frac{3\sqrt{3} MN_A}{16 r^3}$ | |

6 下記の記述のうち、正誤の組み合わせが正しいものは 7 である。

ア ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸イオンは正八面体形である。

イ テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンは正六面体形である。

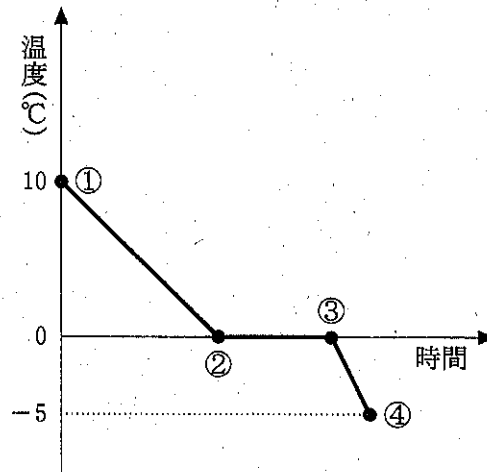
ウ ジアンミン銀(Ⅰ)イオンは直線形である。

7 の解答群

	A	B	C	D	E	F	G	H
ア	正	正	正	正	誤	誤	誤	誤
イ	正	正	誤	誤	正	正	誤	誤
ウ	正	誤	正	誤	正	誤	正	誤

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、文中の空欄 ～ に入る最もふさわしいものを各解答群の中から一つ選び、その記号をマークしなさい。

1 下の図は 10°C の H_2O (液体①) 180 g を冷却した際の温度変化(太線)を示したものである。図中の②から③でおこる現象を という。また、②から④まで変化したとき、 H_2O が失う熱量は である。なお、水の比熱は $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ 、氷の比熱は $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ 、氷の融解熱は $6.0\text{ kJ}/\text{mol}$ とする。



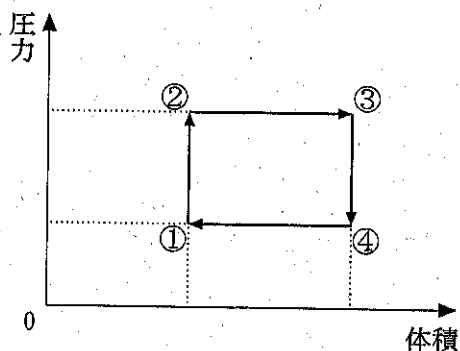
の解答群

- | | | | |
|------|------|------|------|
| A 凝固 | B 融解 | C 蒸発 | D 凝縮 |
| E 昇華 | F 風解 | G 塩析 | H 潮解 |

の解答群

- | | | |
|-----------|-----------|--------------|
| A 2 kJ 以下 | B 58 kJ | C 60 kJ |
| D 62 kJ | E 1890 kJ | F 1950 kJ |
| G 2200 kJ | H 2970 kJ | I 7500 kJ 以上 |

2 体積と温度を変えられることができる容器に一定質量の純物質の気体を入れた。容器中の気体の圧力と体積の関係を図に示した。加熱あるいは冷却により状態を①→②→③→④→①と変化させるのに必要な加熱と冷却の組み合わせは 10 である。圧力 101 kPa, 体積 3.0 L, 温度 30 °C での気体の質量が 7.0 g の場合, この気体の分子量は 11 である。なお, この気体の圧力, 体積, 温度の関係は理想気体の状態方程式にしたがうものとする。



10 の解答群

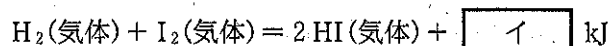
	①→②	②→③	③→④	④→①
A	加熱	加熱	加熱	加熱
B	加熱	加熱	冷却	冷却
C	加熱	冷却	加熱	冷却
D	加熱	冷却	冷却	加熱
E	冷却	冷却	冷却	冷却
F	冷却	冷却	加熱	加熱
G	冷却	加熱	冷却	加熱
H	冷却	加熱	加熱	冷却

11 の解答群

A 2 B 6 C 7 D 58 E 73
 F 175 G 600 H 6000 I 7000

3 化学反応は熱の出入りを伴う場合がある。反応物中の共有結合を切るために必要なエネルギーの総和が、生成物中の共有結合を切るために必要なエネルギーの総和よりも大きい場合は 反応となる。

反応に関する結合エネルギーがわかれば反応熱は計算によって近似的に求めることができる。たとえば、結合エネルギーが、H-H : 436 kJ/mol, I-I : 151 kJ/mol, H-I : 299 kJ/mol であるとき、水素とヨウ素からヨウ化水素が得られる反応の熱化学方程式は次のように表わされる。

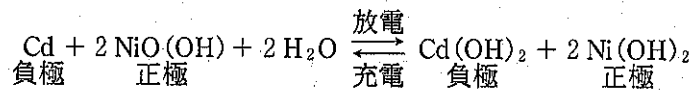


と の空欄に入る最もふさわしい語句と数値の組み合わせは である。

の解答群

	A	B	C	D	E	F	G	H
ア	発熱	発熱	発熱	発熱	吸熱	吸熱	吸熱	吸熱
イ	-288	-11	11	288	-288	-11	11	288

4. 酸化還元反応にともなって放出されるエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置を電池という。日常生活に用いられるニッケル・カドミウム電池は負極にカドミウム Cd、正極にオキシ水酸化ニッケル NiO(OH)、電解質溶液に水酸化カリウム KOH 水溶液を用いる二次電池である。この電池の放電と充電の化学反応式は、次の通りである。



放電により正極の Ni の酸化数は 。また、放電時に質量が正極で 1.0×10^{-3} g、負極で 1.7×10^{-2} g 増加したとすると、この電池は C を放電したと考えられる。

と の空欄に入る最もふさわしい語句と数値の組み合わせは である。

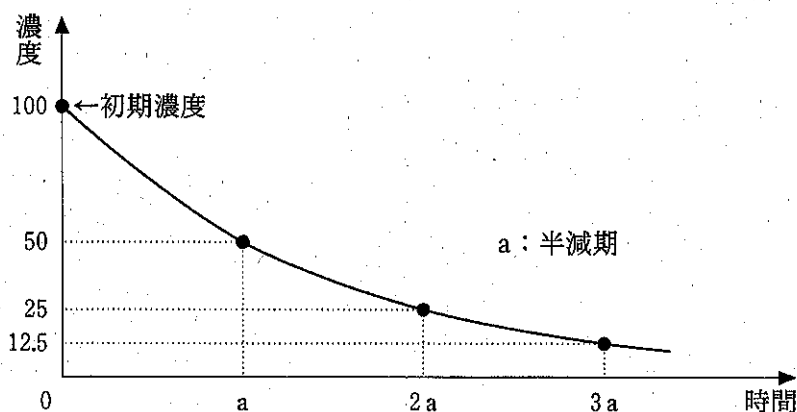
の解答群

	ア	イ
A	減少する	97
B	減少する	193
C	減少する	1700
D	変化しない	97
E	変化しない	193
F	変化しない	1700
G	増加する	97
H	増加する	193
I	増加する	1700

5 (1) 容積が 20 L の反応容器に 0.5 mol の H_2 と 0.5 mol の I_2 を入れ、一定温度に保ったところ HI を生じる反応が進み、平衡に達した。平衡定数 K が 64 であるとき、容器内に存在する HI は mol である。

(2) 反応容器に化合物 A と B の混合物が入っている。化合物 A と B は自発的に分解し、その分解速度は他の化合物の存在に影響されない。濃度が初期濃度の半分になるのに必要な時間を半減期という。化合物 A と B の分解反応では、半減期は初期濃度に依存せず図に示したように一定である。

半減期は A では 12 分、B では 4 分である。A と B の初期濃度が同じとき、A の濃度が B の濃度の 4 倍になるのは 分後である。



と の解答群

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-----|
| A 0.2 | B 0.4 | C 0.8 | D 1.2 | E 2 |
| F 4 | G 8 | H 12 | I 24 | |

(このページは、計算に使用してよい。)

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、文中の空欄 ～ に入る最もふさわしいものを各解答群の中から一つ選び、その記号をマークしなさい。

1. 下記の記述のうち、正誤の組み合わせが正しいものは である。

ア シクロヘキセンはアルケンである。

イ 1-ヘキセンはシクロアルカンである。

ウ アセチレンはアルキンである。

の解答群

	A	B	C	D	E	F	G	H
ア	正	正	正	正	誤	誤	誤	誤
イ	正	正	誤	誤	正	正	誤	誤
ウ	正	誤	正	誤	正	誤	正	誤

2. ヘキサンに少量の臭素を滴下し紫外線を照射したところ 反応がおこり、臭素の色が消えた。また、少量の臭素が溶解している水溶液中にエチレンを吹き込んだところ 反応がおこり、臭素の色が消えた。

と の解答群

A アセチル化 B アルキル化 C 付加重合 D 付加
E 縮合重合 F スルホン化 G 置換 H 加水分解

3 下記の記述のうち、正誤の組み合わせが正しいものは である。

ア エタンの炭素原子間の距離はエチレンのそれよりも長い。

イ 2-ブテンの炭素原子はすべて同一平面上にある。

ウ ジクロロプロパンの異性体の総数は2である。

の解答群

	A	B	C	D	E	F	G	H
ア	正	正	正	正	誤	誤	誤	誤
イ	正	正	誤	誤	正	正	誤	誤
ウ	正	誤	正	誤	正	誤	正	誤

4 試験管①に1-プロパノール、試験管②に2-プロパノールを入れた。試験管①、②に硫酸酸性のニクロム酸カリウム水溶液を少量滴下し、温水中で加熱した。加熱終了後、原料以外の新たな化合物として、試験管①には と が、試験管②には が含まれていた。

化合物 はアンモニア性硝酸銀溶液と反応し銀鏡を生成したが、化合物 および は銀鏡を生成しなかった。また、化合物 は金属ナトリウムと反応し水素ガスを発生した。化合物 は水酸化ナトリウム水溶液と共にヨウ素を入れて温水中で加熱すると、ヨウ素の色が消えて黄色の結晶が生成した。

~ の解答群

- | | |
|-------------|--------------|
| A アセトアルデヒド | B プロピオンアルデヒド |
| C ホルムアルデヒド | D ギ酸 |
| E シュウ酸 | F アセトン |
| G プロピオン酸 | H エチルメチルケトン |
| I 2-メチルプロパン | |

5 反応容器に1-プロパノールとカルボン酸 X および少量の濃硫酸を入れ、その容器を湯浴中で一定温度に保ったところ、芳香をもつ油状の化合物 Y が生じた。同じ温度で、1-プロパノールおよび X をそれぞれ 18.0 g 用いて平衡に達したとき、反応容器中には1-プロパノールと X がそれぞれ 6.00 g、Y が 20.4 g、水が 3.60 g 含まれていた。

(1) 同じ温度で、1-プロパノールを 60.0 g と X を 120 g 用いた場合には、平衡状態では反応容器中に Y が g 含まれる。

必要ならば、次の数値を用いなさい。

$$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24$$

の解答群

- A 30 B 43 C 60 D 68
E 86 F 90 G 102 H 180

(2) 化合物 Y の 0.204 g を酸素気流中で完全に燃焼させると CO_2 が g、 H_2O が g 生じる。 と の空欄に入る最もふさわしい数値の組み合わせは である。

の解答群

	A	B	C	D	E	F	G	H
ア	0.264	0.306	0.308	0.352	0.385	0.408	0.440	0.462
イ	0.108	0.125	0.126	0.144	0.157	0.167	0.180	0.189

(このページは、計算に使用してよい。)

〔IV〕 次の文章を読み、文中の空欄 ～ に入る最もふさわしいものを各解答群の中から一つ選び、その記号をマークしなさい。

- 1 図1に示すような α -ジビニルベンゼン $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}_2$ とスチレン $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$ の共重合体に官能基 X を導入してイオン交換樹脂を作製した。この樹脂をカラム(ガラスの円筒)に詰め、図2に示すような装置を組み立てた。

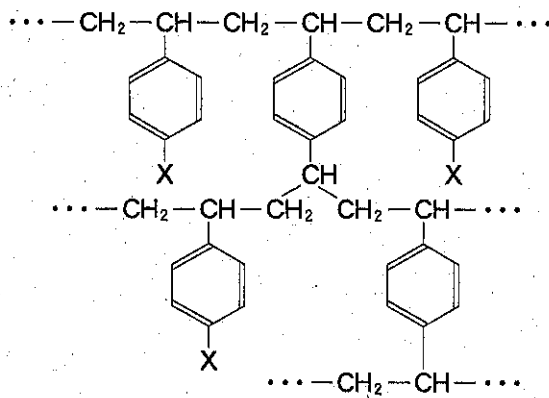


図1

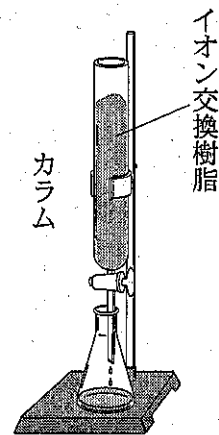


図2

- (1) このイオン交換樹脂を用いて陽イオン交換を行う場合、官能基 X に最も適切なものは である。

の解答群

- | | | | |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| A $-\text{NO}_2$ | B $-\text{NH}_3\text{OH}$ | C $-\text{C}_6\text{H}_5$ | D $-\text{CH}_3$ |
| E $-\text{SO}_3\text{H}$ | F $-\text{C}_2\text{H}_5$ | G $-\text{OH}$ | H $-\text{NH}_2$ |

- (2) このイオン交換樹脂 50 mL をカラムに詰め、カラムの上から 0.060 mol/L の NaCl 溶液を静かに流した。500 mL を流したところでカラムの下から Na^+ が検出された。イオン交換樹脂 1.0 mL が交換できる 1 価の陽イオンの量は $\times 10^{-3}$ mol である。

の解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| A 0.6 | B 0.8 | C 1.0 | D 1.2 |
| E 1.4 | F 1.6 | G 1.8 | H 2.0 |

- (3) 新たにイオン交換樹脂 50 mL を空のカラムに詰め、カラムの上から 0.0060 mol/L の NaCl 溶液 5.0 mL を静かに流した。カラムの下から流出する溶液を三角フラスコで受け、さらにカラムの上から水を流し樹脂を完全に洗浄したのち流出液の体積を 500 mL とした。この溶液の pH は である。

必要な場合は $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$ を用いなさい。

の解答群

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| A 4.00 | B 4.22 | C 4.52 | D 4.70 |
| E 5.00 | F 5.30 | G 5.48 | H 6.18 |

2 図3は人工甘味料の一つであるアスパルテームの構造式を、表1はアミノ酸の構造式を示している。

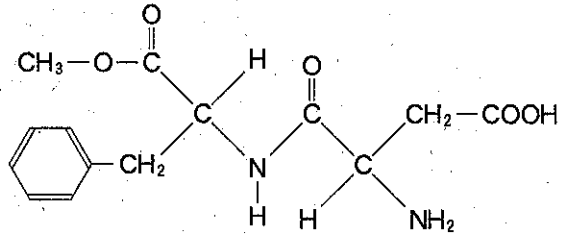


図3

表1

中性アミノ酸				
グリシン (Gly) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	アラニン (Ala) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	バリン (Val) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	ロイシン (Leu) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	イソロイシン (Ile) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{NH}_2 \quad \text{CH}_3 \end{array}$
セリン (Ser) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	プロリン (Pro) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{NH}-\text{CH}_2 \end{array}$	トレオニン (Thr) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	アスパラギン (Asn) $\begin{array}{c} \text{COOH} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	グルタミン (Gln) $\begin{array}{c} \text{COOH} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
システイン (Cys) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{SH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	メチオニン (Met) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	フェニルアラニン (Phe) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	チロシン (Tyr) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	トリプトファン (Trp) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
塩基性アミノ酸			酸性アミノ酸	
ヒスチジン (His) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}_4\text{H}_3\text{N}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	リシン (Lys) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	アルギニン (Arg) $\begin{array}{c} \text{COOH} \quad \text{NH} \\ \quad \quad \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}-\text{C} \\ \quad \quad \quad \\ \text{NH}_2 \quad \text{H} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	アスパラギン酸 (Asp) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	グルタミン酸 (Glu) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$

- (1) 図3に示したように、アスパルテームはジペプチドのメチルエステルである。N末端アミノ酸は であり、C末端アミノ酸は である。

と の解答群

- | | | |
|----------|----------|------------|
| A グリシン | B グルタミン酸 | C アスパラギン酸 |
| D ロイシン | E アラニン | F グルタミン |
| G アスパラギン | H リシン | I プロリン |
| J セリン | K チロシン | L フェニルアラニン |

- (2) アスパルテームの構造式を、図4に示す実線で囲まれたグループ①～⑦に分けて考えると、メチルエステルの部分は である。また、ペプチド結合の部分は である。

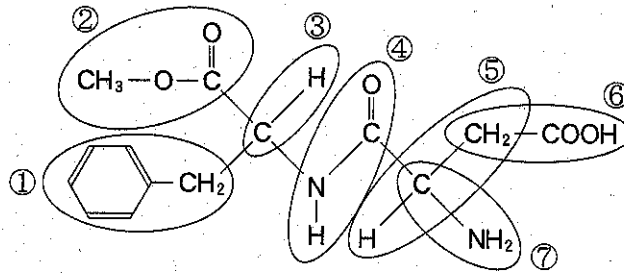


図4

と の解答群

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| A ① | B ② | C ③ | D ④ |
| E ⑤ | F ⑥ | G ⑦ | |

3 核酸の構造について以下の問に答えなさい。

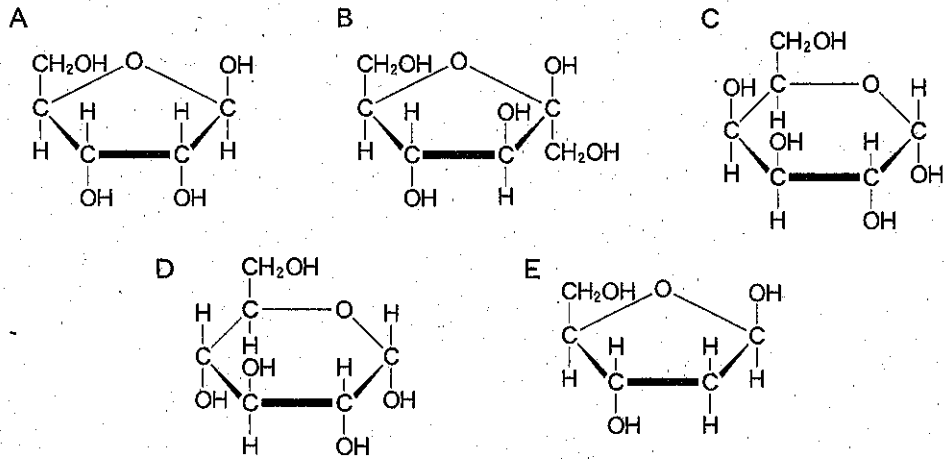
(1) デオキシリボ核酸 (DNA) とリボ核酸 (RNA) は、これらを構成する糖の違いにより付けられた名前である。

下のA～Eのうち、

DNA を構成する糖は である。

RNA を構成する糖は である。

と の解答群



(2) 図5はDNAを構成する塩基の構造を示している。④はRNAには含まれない塩基である。これら4種の塩基は、特定の塩基間において水素結合を形成することが知られている。水素結合に関与する原子を下の図において*で示した。

①から④の塩基の名称の正しい組み合わせは 34 である。

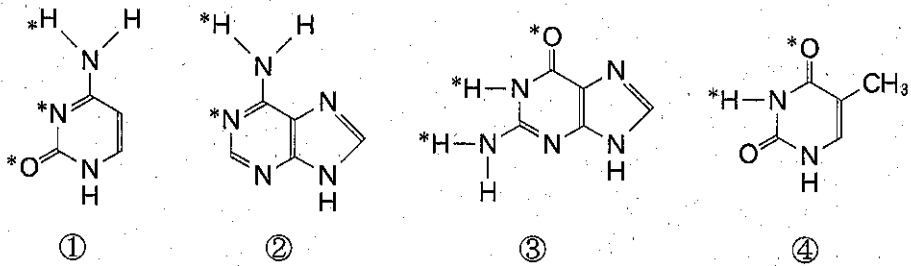


図5

34 の解答群

	①	②	③	④
A	アデニン	グアニン	シトシン	チミン
B	アデニン	グアニン	チミン	シトシン
C	アデニン	シトシン	グアニン	チミン
D	アデニン	チミン	グアニン	シトシン
E	グアニン	アデニン	シトシン	チミン
F	グアニン	アデニン	チミン	シトシン
G	グアニン	シトシン	アデニン	チミン
H	グアニン	チミン	アデニン	シトシン
I	シトシン	アデニン	グアニン	チミン
J	シトシン	グアニン	アデニン	チミン
K	チミン	アデニン	グアニン	シトシン
L	チミン	グアニン	アデニン	シトシン