





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。

- この問題冊子は 127 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 18 ページ
日本史 B	19 ページから 31 ページ
地理 B	32 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 90 ページ
化学	91 ページから 106 ページ
生物	107 ページから 127 ページ

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 1 つの解答欄に、2 つ以上マークしないこと。
- 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。
- 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。
- 解答用紙は、絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。
- 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。
- 試験時間は、60 分である。
- マーク記入例

良い例	悪い例
	  

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。

$$H = 1.0 \quad C = 12.0 \quad N = 14.0$$

$$O = 16.0 \quad Na = 23.0$$

必要な場合は、次の定数を用いなさい。

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

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

〔 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 図1はある化合物の結晶構造を示したものである。単位格子は立方格子である。立方格子の8個の頂点には、ある金属元素Aの陽イオンが、中心にはある金属元素Bの陽イオンが、6個の面心位置には酸化物イオン(O^{2-})がそれぞれ位置している。この化合物の組成式を $A_iB_jO_k$ とあらわしたとき、 $(i \times j \times k)$ の値は、 x と y を0~9の整数として、 $(10x + y)$ で与えられる。 y の値は である。

の解答群

A	0	B	1	C	2	D	3	E	4
F	5	G	6	H	7	I	8	J	9

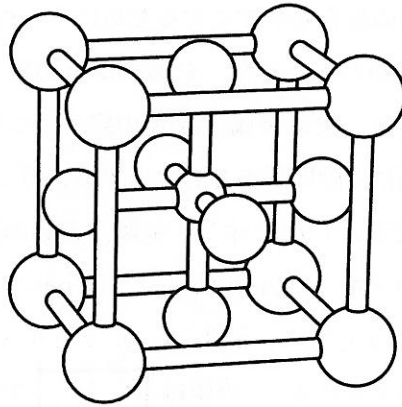


図 1

- 2 図 1 の化合物では、金属元素 B の陽イオンは、隣り合う 6 個の酸化物イオンにより取り囲まれている。金属元素 A の陽イオンは、隣り合う n 個の酸化物イオンにより取り囲まれている。 n の値は、 x と y を 0 ~ 9 の整数として、 $(10x + y)$ で与えられる。 y の値は である。

の解答群

- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 0 | B | 1 | C | 2 | D | 3 | E | 4 |
| F | 5 | G | 6 | H | 7 | I | 8 | J | 9 |

3 図1では化合物の絵を見やすくするために、それぞれのイオンは互いに接していないように描かれているが、金属元素Bの陽イオンは酸化物イオンと接しているものとする。また金属元素Aの陽イオンは酸化物イオンとは接しておらず、両者の間には隙間があるものとする。図1の化合物をイオン結晶であると考え、金属元素Aの陽イオン、金属元素Bの陽イオン、酸化物イオンのイオン半径をそれぞれ139 pm, 62 pm, 135 pmであるものとする。立方格子の一辺の長さはaとなる。aは、 x, y, z を0~9の整数として、 $(100x + 10y + z)$ pmで与えられる。 z の値は である。なお、1 pmは 10^{-12} mである。

の解答群

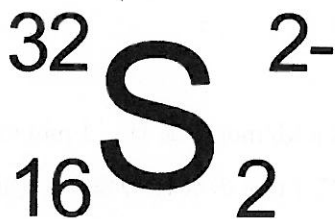
A	0	B	1	C	2	D	3	E	4
F	5	G	6	H	7	I	8	J	9

4 図1の化合物で、金属元素Aと金属元素Bの原子量がそれぞれ23.0, 183.8であるものとするとき、これらの値から求めた密度の値はdである。dは、 x を1~9の整数、 y と z を0~9の整数として、 $(x + 0.1y) \times 10^{z-5}$ g cm^{-3} で与えられる。 z の値は である。

の解答群

A	0	B	1	C	2	D	3	E	4
F	5	G	6	H	7	I	8	J	9

5 下は原子番号と質量数を表記した化学式である。このイオン1個に含まれる電子の数は n である。 n は、 x と y を0～9の整数として、 $(10x + y)$ で与えられる。 y の値は である。



の解答群

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| A 0 | B 1 | C 2 | D 3 | E 4 |
| F 5 | G 6 | H 7 | I 8 | J 9 |

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、文中の空欄 6 ~ 10 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 6 である。

ア 水の蒸発熱は a kJ/mol であり、1 mol の水素 H_2 (気) と 0.5 mol の酸素 O_2 (気) が反応して 1 mol の水 H_2O (液) を生成するときの反応熱は b kJ である。1 mol の水素 H_2 (気) と 0.5 mol の酸素 O_2 (気) が反応して、1 mol の水 H_2O (気) を生成するときの反応熱は $(b - a)$ kJ である。

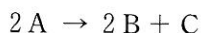
イ $CuSO_4$ (固) と H_2O (液) から 1 mol の水和物 $CuSO_4 \cdot H_2O$ (固) が得られるときの反応熱は、 $CuSO_4$ (固) と H_2O (気) から 1 mol の水和物 $CuSO_4 \cdot H_2O$ (固) が得られるときの反応熱よりも小さい。

ウ C-H, C-C, C=C, H-H 結合の結合エネルギーをそれぞれ E_{C-H} , E_{C-C} , $E_{C=C}$, E_{H-H} kJ/mol とする。プロピレン $CH_2 = CHCH_3$ (気) と水素 H_2 (気) が反応して 1 mol のプロパン $CH_3CH_2CH_3$ (気) が得られるときの反応熱は、 $(2E_{C-H} + E_{C-C} - E_{C=C} - E_{H-H})$ kJ である。

6 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 化合物 A が化合物 B と C に分解するときの化学反応式は次式で示される。



化合物 A の分解速度 v [mol/(L·s)] は、反応速度定数を k [L/(mol·s)] とし、A のモル濃度を $[A]$ [mol/L] とするとき、次式で示される。

$$v = k[A]^2$$

ある一定温度において反応開始時 $t = 0$ s における A の濃度を $[A]_0$ としたとき、A の濃度 $[A]$ と経過時間 t には、次式の関係がある。

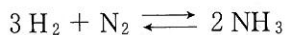
$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$$

経過時間 t_1 における A の濃度が $[A]_1$ であるとき、A の濃度が $[A]_0$ から $\frac{[A]_0}{2}$ になるまでに要する時間は t_1 である。

の解答群

- | | | | | | |
|---|----------------------------------|---|----------------------------------|---|----------------------------------|
| A | $\frac{[A]_0}{2([A]_0 - [A]_1)}$ | B | $\frac{[A]_0}{[A]_0 - [A]_1}$ | C | $\frac{[A]_1}{2([A]_0 - [A]_1)}$ |
| D | $\frac{[A]_1}{[A]_0 - [A]_1}$ | E | $\frac{[A]_0}{2([A]_1 - [A]_0)}$ | F | $\frac{[A]_0}{[A]_1 - [A]_0}$ |
| G | $\frac{[A]_1}{2([A]_1 - [A]_0)}$ | H | $\frac{[A]_1}{[A]_1 - [A]_0}$ | | |

3 容積 V_0 の反応器において、ある温度 T_0 で物質質量 $4n_0$ の H_2 と物質質量 n_0 の N_2 を反応させた。



温度 T_0 で反応前の全圧は P_0 、平衡時の全圧は $\frac{11}{15}P_0$ であった。平衡時における H_2 、 N_2 、 NH_3 のモル濃度がそれぞれ $[H_2]_0$ 、 $[N_2]_0$ 、 $[NH_3]_0$ であるとき、濃度平衡定数 K_c は である。

この反応条件下では H_2 、 N_2 、 NH_3 を理想気体として取り扱うことができる。各成分気体の濃度の代わりに、濃度に比例する分圧を用いて平衡定数を表すことができる。 H_2 、 N_2 、 NH_3 の分圧がそれぞれ P_{H_2} 、 P_{N_2} 、 P_{NH_3} であるとき、ある温度 T_0 において圧平衡定数 K_p は である。なお、気体定数は R とする。

この反応器中に N_2 をさらに追加して反応させた場合、温度 T_0 の平衡状態における反応容器中の NH_3 の濃度は $[NH_3]_0$ よりも 。

NH_3 を生成する反応は発熱反応である。温度を T_0 よりも高くすると、温度を高くする前に比べて濃度平衡定数 K_c は 。

温度 T_0 のままで反応器の容積 V_0 を 0.9 倍にした場合には、0.9 倍にする前に比べて濃度平衡定数 K_c は 。

空欄 ~ に入る最もふさわしい語句の組み合わせは である。

および の解答群

- | | | |
|--|--|--|
| A $\left(\frac{1}{3}\right)\left(\frac{V_0}{n_0}\right)^2$ | B $\left(\frac{2}{3}\right)\left(\frac{V_0}{n_0}\right)^2$ | C $\left(\frac{1}{3}\right)\left(\frac{n_0}{V_0}\right)^2$ |
| D $\left(\frac{2}{3}\right)\left(\frac{n_0}{V_0}\right)^2$ | E $\left(\frac{1}{3}\right)\left(\frac{V_0}{n_0RT_0}\right)^2$ | F $\left(\frac{2}{3}\right)\left(\frac{V_0}{n_0RT_0}\right)^2$ |
| G $\left(\frac{1}{3}\right)\left(\frac{n_0RT_0}{V_0}\right)^2$ | H $\left(\frac{2}{3}\right)\left(\frac{n_0RT_0}{V_0}\right)^2$ | |

10 の解答群

	ア	イ	ウ
A	高くなる	大きくなる	変わる
B	高くなる	大きくなる	変わらない
C	高くなる	変わらない	変わる
D	高くなる	変わらない	変わらない
E	高くなる	小さくなる	変わる
F	高くなる	小さくなる	変わらない
G	低くなる	大きくなる	変わる
H	低くなる	大きくなる	変わらない
I	低くなる	変わらない	変わる
J	低くなる	変わらない	変わらない
K	低くなる	小さくなる	変わる
L	低くなる	小さくなる	変わらない

〔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 ベンゼン環の2個の水素原子をカルボキシル基で置換した分子には3種類の構造異性体が存在する。これらのうち、加熱すると水分子がとれて酸無水物を生成するものは 異性体である。また、エチレングリコール(1,2-エタンジオール)と共に縮合重合させ、ペットボトルの原料として利用されるのは 異性体である。

ベンゼン環の2個の水素原子をカルボキシル基とヒドロキシ基で置換した分子にも3種類の異性体が存在するが、このうち 異性体はメタノールと濃硫酸を作用させることで消炎外用薬として利用される化合物を生成する。

ベンゼン環の1個の水素原子をヒドロキシ基で置換した分子に臭素水を加え反応させると、オルト位と 位が臭素で置換される。

~ の空欄に入る最もふさわしい語句の組み合わせは である。なお、*o*-, *m*-, *p*-は、それぞれ、オルト、メタ、パラである。

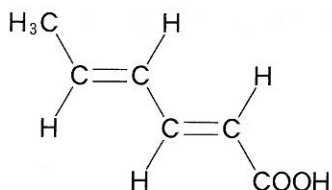
の解答群

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ア	<i>o</i> -	<i>o</i> -	<i>o</i> -	<i>o</i> -	<i>o</i> -	<i>o</i> -	<i>p</i> -	<i>p</i> -	<i>p</i> -	<i>p</i> -	<i>p</i> -	<i>p</i> -
イ	<i>p</i> -	<i>p</i> -	<i>p</i> -	<i>p</i> -	<i>m</i> -	<i>m</i> -	<i>m</i> -	<i>m</i> -	<i>o</i> -	<i>o</i> -	<i>o</i> -	<i>o</i> -
ウ	<i>o</i> -	<i>o</i> -	<i>m</i> -	<i>m</i> -	<i>p</i> -	<i>p</i> -	<i>o</i> -	<i>o</i> -	<i>m</i> -	<i>m</i> -	<i>p</i> -	<i>p</i> -
エ	<i>m</i> -	<i>p</i> -	<i>m</i> -	<i>p</i> -	<i>m</i> -	<i>p</i> -	<i>m</i> -	<i>p</i> -	<i>m</i> -	<i>p</i> -	<i>m</i> -	<i>p</i> -

2 食品保存料であるソルビン酸は下図の構造式で示される。ソルビン酸の2つの二重結合はどちらも 形の幾何異性体である。ソルビン酸を含め下図の化合物には全部で 種類の幾何異性体が存在しうる。

また, 形であるマレイン酸を加熱すると水分子がとれて酸無水物を生成するが, フマル酸ではこのような反応は起こらない。

~ の空欄に入る最もふさわしい語句の組み合わせは である。なお, *c*, *t*, は, それぞれ, シス, トランスとする。



の解答群

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ア	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t</i>
イ	2	2	3	3	4	4	2	2	3	3	4	4
ウ	<i>c</i>	<i>t</i>	<i>c</i>	<i>t</i>	<i>c</i>	<i>t</i>	<i>c</i>	<i>t</i>	<i>c</i>	<i>t</i>	<i>c</i>	<i>t</i>

3 $C_4H_{10}O$ の分子式で表される有機化合物には、光学異性体も含めて全部で 種類の構造異性体が存在する。一組の光学異性体は 2 種類と数えるものとする。これら異性体のうちエーテルであるものは全部で 種類である。また、これら異性体のうち第一級アルコールは全部で 種類あり、第二級アルコールは全部で 種類ある。さらに、アルデヒドは全部で 種類ある。なお、同じ記号をマークしてもよい。

~ の解答群

A	0	B	1	C	2	D	3	E	4
F	5	G	6	H	7	I	8	J	9

4 以下の芳香族化合物の反応において、18 ~ 21 の空欄に入る最もふさわしい化合物の構造式を、解答群の中から一つ選び、その記号をマークしなさい。

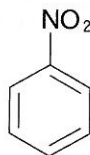
18 の希塩酸溶液を亜硝酸ナトリウムと反応させた後、ナトリウムフェノキシドと反応させると橙赤色の染料が得られる。

19 を水酸化ナトリウムと反応させた後、高温高压下で二酸化炭素と反応させると、解熱剤の原料となるサリチル酸ナトリウムを生じる。

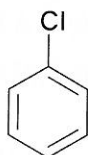
20 を過マンガン酸カリウム存在下で加熱すると、安息香酸が得られる。

21 をスズと塩酸で還元すると、アニリンが得られる。

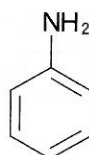
18 ~ 21 の解答群



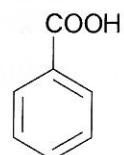
A



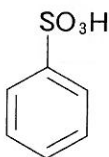
B



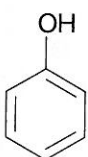
C



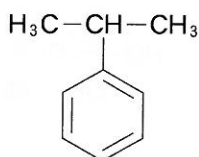
D



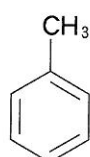
E



F



G

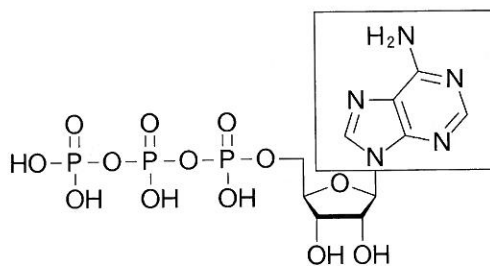


H

[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 生物は外部から取り入れた物質を、酵素を使った化学反応で様々な物質に分解・合成し、不要となった物質を外部に排出している。この過程を代謝という。また、この過程で得られるエネルギーはATPに蓄積されて、生命活動に用いられている。ATPの構造式を下図に示した。図中の四角で囲まれた部分は である。

生物が、生命体を維持するために必要なATPを獲得するための手段を呼吸という。酸素の消費を伴う呼吸を好気呼吸といい、伴わない呼吸を嫌気呼吸という。例えば、好気呼吸でグルコース($C_6H_{12}O_6$) 1 mol からATPが38 mol 生成し、最終的に標準状態で L の二酸化炭素が発生する。パルミチン酸($C_{15}H_{31}COOH$) 1 mol からはATPが106 mol 生成し、最終的に標準状態で L の二酸化炭素が発生する。また、微生物の嫌気呼吸によるアルコール発酵では、グルコース 1 mol からATPとエタノールが各2 mol 生成し、標準状態で L の二酸化炭素が発生する。



の解答群

- | | | |
|--------|--------|--------|
| A アデニン | B アラニン | C ウラシル |
| D グアニン | E シトシン | F チミン |

~ の解答群

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| A 22 | B 38 | C 45 | D 90 | E 106 |
| F 134 | G 146 | H 336 | I 358 | J 403 |
| K 493 | | | | |

2 酵素はタンパク質を主体とした高分子化合物である。そのアミノ酸配列に応じて、ある特定の立体構造を持つ。酵素が作用する物質を基質という。酵素には基質と立体的に結合する活性部位がある。活性部位には立体構造が一致した基質だけが結合する。そのため、酵素はある特定の立体構造をもつ基質にしか作用しない。これを という。

スクロース(ショ糖)は酵素 で加水分解されるとグルコース(ブドウ糖)とフルクトース(果糖)を等量生じる。この反応を利用してスクロースを定量できる。100% 果汁のオレンジジュースには糖類として主にグルコース、フルクトース、スクロースが含まれる。あるオレンジジュースに を添加し反応させ、スクロースを完全に加水分解した。グルコース濃度を測定したところ、反応前が 20 mg/ml、加水分解反応後が 41 mg/ml であった。

また、還元性を示す糖を還元糖という。反応前のオレンジジュース中の還元糖濃度を測定したところ 40 mg/ml であった。なお、反応の前後で液量の変化はないものとする。このオレンジジュースに含まれるグルコース、フルクトース、スクロースの質量比は、 である。

の解答群

- A 基質特異性 B 変性 C 補酵素
D ニンヒドリン反応 E キサントプロテイン反応

の解答群

- A アミラーゼ B プロテアーゼ C リパーゼ
D インベルターゼ E カタラーゼ

の解答群

- A 1 : 1 : 1 B 1 : 1 : 2 C 1 : 1 : 4 D 1 : 2 : 1
E 1 : 2 : 2 F 1 : 2 : 3 G 1 : 2 : 4 H 1 : 4 : 1
I 1 : 4 : 2 J 1 : 4 : 3 K 1 : 4 : 4

3 洗濯用洗剤にはセッケンなどの界面活性剤と加水分解酵素が含まれるものがある。セッケンには、その分子中に水になじみやすい親水性部分と油になじみやすい 性部分の両方がある。そのためセッケン水に油を少量加えて激しくかき混ぜると、油がセッケンに取り囲まれて水の中に分散する。このような現象を という。

油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、けん化が起こり とセッケンの混合物が得られる。けん化は合成繊維の の合成にも利用できる。原料である酢酸ビニルを付加重合させてポリ酢酸ビニルをつくり、これをけん化するとポリビニルアルコールとなる。さらに、ホルムアルデヒドを作用させ、ヒドロキシ基の 30~40 % をアセタール化すると水に不溶の繊維である ができる(下図参照)。

分子量 8.6×10^4 のポリ酢酸ビニル 8.6 g を完全にけん化するのに必要な水酸化ナトリウムの最小量の計算値は g である。このとき得られたポリビニルアルコールの分子内ヒドロキシ基の 40 % がアセタール化し、残りの 60 % が未反応で得られる の分子量は $\times 10^4$ である。

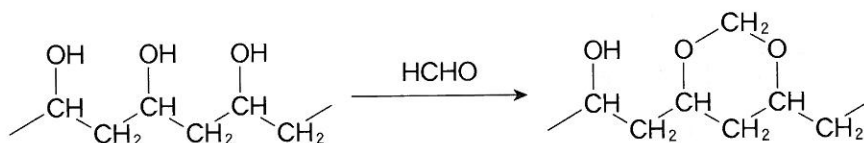


図 アセタール化

と の解答群

- A 吸水 B 疎水 C 水和 D 消化 E 乳化 F 凝析 G 塩析

と の解答群

- A ビニロン B カゼイン C グリセリン D グリコーゲン
E ナイロン F ポリエステル G アクリル H ポリオレフィン

と の解答群

- A 0.004 B 0.04 C 4.0 D 4.4 E 4.6 F 7.4
G 8.6 H 9.8 I 13 J 20 K 40

(このページは、計算に使用してよい。)