

物理

3 19ページ 問3 (3) 設問文 3行目

最後に以下を追加

また、 ut は r に比べて十分に小さく、 u^2 に比例する項は無視できるものとする。

化学

3 29ページ 文章 3行目

誤： … 交互に結合した構造 …

正： … 交互に並んだ構造 …

生物

1 35ページ 問1 (2) 選択肢⑤

誤： マユコバチ

正： コマユバチ

3 40ページ 文章 3行目

最後に以下を追加

なお、すべての実験には同一の純系マウスを用いた。

5 45ページ 問6 6行目

誤： … には一位の数字を …

正： … には一の位の数字を …

7 48ページ 文章 1行目

誤： … 血液量および酵素消費量 …

正： … 血液量および酸素消費量 …

8 49ページ 問1 4行目

誤： … 次の①～⑤のうちから1つ選べ。

正： … 次の①, ②, ④, ⑤のうちから1つ選べ。(選択肢③を削除)

化 学

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、

6

 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と③と⑤と⑦と⑨と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄										
6	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; background-color: black;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; background-color: black;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; background-color: black;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; background-color: black;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; background-color: black;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">0</td> </tr> </table>		2		4		6		8		0
	2		4		6		8		0		

例えば、

7

8

 と表示のある問題に対して、計算等から得られた値をマークする場合には、次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答番号	解 答 欄										
7	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; background-color: black;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">9</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">0</td> </tr> </table>	1	2		4	5	6	7	8	9	0
1	2		4	5	6	7	8	9	0		
8	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; background-color: black;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">9</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center;">0</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7		9	0
1	2	3	4	5	6	7		9	0		

2. 体積の単位リットルはLで表されている。
 3. 必要があれば次の値を用いること。

原子量：H = 1.0	Li = 7.0	C = 12	N = 14	O = 16
Na = 23	Si = 28	S = 32	K = 39	Br = 80

1 次の問い(問1～5)に答えよ。

問1 次の文章を読み、下の(1)、(2)に答えよ。

炭素には2種類の安定同位体 ^{12}C 、 ^{13}C と、放射性同位体 ^{14}C がある。 ^{14}C は β 崩壊して他の原子に変わる。

(1) ^{14}C が β 崩壊して生じる原子の原子番号と質量数を答えよ。 , には十の位の数字を、 , には一の位の数字をそれぞれマークせよ。該当する位がない場合には①をマークせよ。

原子番号 質量数

(2) ^{14}C 400 mg が β 崩壊し始めてから 9200 年後に残る ^{14}C の質量 [mg] はいくらかと推定されるか。最も近い数値を、次の①～⑨のうちから1つ選べ。ただし、 ^{14}C の半減期は 5750 年とし、大気中で新たに生じる ^{14}C は考慮しなくてよい。また、必要があれば下の表1または図1を用いること。 mg

- ① 107 ② 115 ③ 123 ④ 132 ⑤ 141
 ⑥ 152 ⑦ 162 ⑧ 174 ⑨ 187

表1 2^x の値

x	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
2^x	1.00	1.07	1.15	1.23	1.32	1.41	1.52	1.62	1.74	1.87	2.00

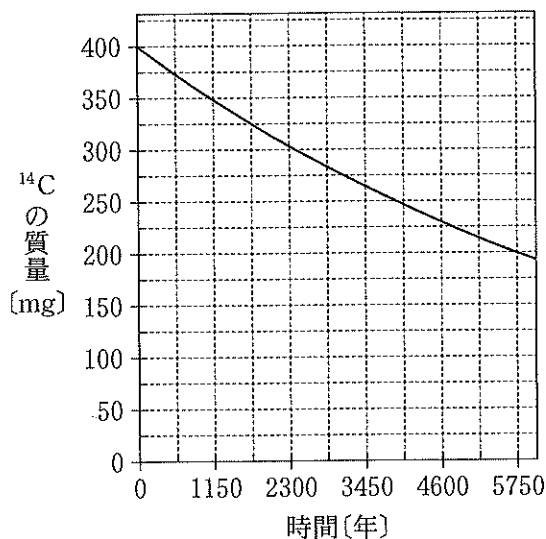


図1 β 崩壊による ^{14}C の質量の推移

問 2 次の(1), (2)に答えよ。

(1) 実験室において、硫化水素と二酸化硫黄は、いずれも硫黄を含む2種類の化合物を原料として合成される。硫化水素、二酸化硫黄のそれぞれを合成するときの原料の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

硫化水素

二酸化硫黄

① FeS と H_2SO_3

② FeS と H_2SO_4

③ CuS と H_2SO_3

④ CuS と H_2SO_4

⑤ $CuSO_4$ と H_2SO_3

⑥ $CuSO_4$ と H_2SO_4

⑦ Na_2SO_4 と H_2SO_3

⑧ Na_2SO_3 と H_2SO_4

(2) 次の a ~ c の記述について、硫化水素のみに当てはまるものには①を、二酸化硫黄のみに当てはまるものには②を、両方に当てはまるものには③を、いずれにも当てはまらないものには④を、それぞれマークせよ。

a 空気より重い。

b 還元剤と酸化剤のいずれにもなる。

c 濃硫酸に過剰に吸収させると発煙硫酸となる。

問 3 次の文章を読み、下の(1)~(3)に答えよ。

ケイ素は、炭素と同様、(A)族に属する元素で、その原子は(B)個の価電子をもつ。ケイ素の単体は、(C)と同じ立体構造で(D)結合の結晶を形成する。

(1) (A), (B)に当てはまる数を答えよ。 , には十の位の数字を、 , には一の位の数字をマークせよ。該当する位がない場合には⑩をマークせよ。

(A) (B)

(2) (C), (D)に当てはまる語の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つ選べ。

	(C)	(D)
①	ダイヤモンド	共有
②	ダイヤモンド	イオン
③	ダイヤモンド	金属
④	黒鉛	共有
⑤	黒鉛	イオン
⑥	黒鉛	金属
⑦	フラーレン	共有
⑧	フラーレン	イオン
⑨	フラーレン	金属

(3) (C)における炭素-炭素原子間の結合距離を 0.15 nm、密度を 3.5 g/cm³、ケイ素の単体におけるケイ素-ケイ素原子間の結合距離を 0.23 nm としたとき、ケイ素の単体の密度 [g/cm³] として最も近い数値を、次の①~⑩のうちから1つ選べ。

g/cm³

- ① 0.42 ② 0.97 ③ 1.8 ④ 2.3 ⑤ 3.5
 ⑥ 4.5 ⑦ 5.3 ⑧ 13 ⑨ 19 ⑩ 29

問 4 次の(1), (2)に答えよ。

(1) リチウム, ナトリウムおよびカリウムについて正しいものを, 次の①~⑤のうちからすべて選び, 一緒にマークせよ。正しいものがない場合には①をマークせよ。 17

- ① いずれの単体も自然界には存在しない。
- ② いずれの化合物も黄色の炎色反応を示す。
- ③ いずれの単体もナイフで切れる。
- ④ いずれの単体も密度は 1.0 g/cm^3 未満である。
- ⑤ いずれの単体も灯油(石油)中で保存する。

(2) リチウム, ナトリウムおよびカリウムのうち, 単体 1.0 g を十分な水と反応させると, 水素が標準状態で 1.6 L 発生するものはどれか。最も適切なものを, 次の①~③のうちから1つ選べ。 18

- ① リチウム ② ナトリウム ③ カリウム

問 5 次の文章を読み、下の(1)~(3)に答えよ。

白金 Pt に対し、2つのアンモニア分子、2つの塩化物イオンのそれぞれが 19 結合してできる化合物 $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ は、価数が 0 の錯イオンとみなすことができ、また、その立体構造は $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ と同じ正方形であるとみなすことができる。 $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ には、Pt と結合しているアンモニア分子や塩化物イオンの配置が異なる立体異性体が 20 種類存在し、そのうちの1つで、2つのアンモニア分子が隣どうしに配置した構造をもった化合物をシスプラチンといい、抗がん剤として利用されている。

$[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ を過酸化水素と反応させると、化合物 $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2(\text{OH})_2]$ を生じる。 $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2(\text{OH})_2]$ の立体構造は、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ や $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ と同じ正八面体であるとみなすことができ、Pt と結合しているアンモニア分子、塩化物イオン、および水酸化物イオンの配置が異なる立体異性体が 21 種類存在する。 $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2(\text{OH})_2]$ の Pt の酸化数は (X) である。

(1) 19 に当てはまる語として最も適切なものを、次の①~④のうちから1つ選べ。

- ① 水素 ② イオン ③ 配位 ④ 金属

(2) 20 , 21 に当てはまる1桁の数字として最も適切なものを、それぞれマークせよ。

(3) 下線部アについて、(X) に当てはまる数値として最も適切なものを、次の①~⑨のうちから1つ選べ。 22

- ① -4 ② -3 ③ -2 ④ -1 ⑤ 0
⑥ +1 ⑦ +2 ⑧ +3 ⑨ +4

2 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

ヒトの血液のpHは約7.4に制御されており、このpHから外れると様々な生理作用に影響を及ぼす。このpHの制御における重要な働きの1つが緩衝作用であり、緩衝作用を示す水溶液を緩衝液という。緩衝液は、 とその , あるいは とその からなる混合水溶液で、例えば、 とその からなる緩衝液に酸が加わると、 から電離して生じた が反応して $[H^+]$ の増加が抑えられ、塩基が加わると が反応して $[OH^-]$ の増加が抑えられることで緩衝作用を示す。緩衝液中の とその , あるいは とその がそれぞれ等しいモル濃度で存在するとき、緩衝液のもつ緩衝作用は最も強くなる。

問1 ～ に当てはまる語として最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① 酸化剤 ② 還元剤 ③ 強酸 ④ 弱酸 ⑤ 強塩基
 ⑥ 弱塩基 ⑦ 塩 ⑧ 陽イオン ⑨ 陰イオン

問2 次の滴定実験に関する文章を読み、下の(1)～(3)に答えよ。

1.00 mol/L 酢酸水溶液を1.00 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で滴定したときに得られた滴定曲線を図1に示す。滴定曲線中の点A～Eには中和点と緩衝作用が最も強い点が含まれている。ただし、水溶液の温度は一定とし、酢酸の電離定数を 2.5×10^{-5} mol/L とする。

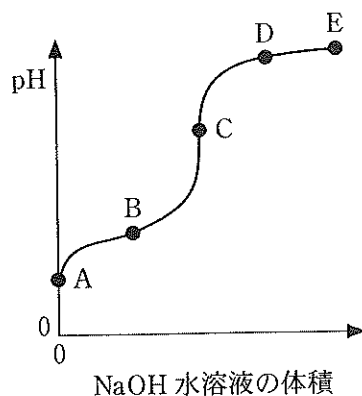


図1

- (1) 中和点, 緩衝作用が最も強い点は, 図1の点A~Eのうちどれか。最も適切なものを, 次の①~⑤のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

中和点

緩衝作用が最も強い点

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E

- (2) 図1の点Aにおける水溶液の水素イオン濃度[mol/L]を求めよ。には一の位の数字(0を除く)を, には小数第1位の数字を, には1桁の指数の数字をそれぞれマークせよ。小数第2位以下がある場合には四捨五入せよ。ただし, 酢酸の電離度を α としたとき, $1-\alpha$ を1とみなして計算すること。

. $\times 10^{-\text{$ mol/L

- (3) 図1の点Bにおける水溶液の水素イオン濃度[mol/L]を求めよ。には一の位の数字(0を除く)を, には小数第1位の数字を, には1桁の指数の数字をそれぞれマークせよ。小数第2位以下がある場合には四捨五入せよ。

. $\times 10^{-\text{$ mol/L

問 3 問 2 で行った滴定実験を、次の (I) ~ (III) に示す条件に変えてそれぞれ行った。このとき得られた滴定曲線として最も適切なものを、下の ① ~ ⑨ のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。ただし、(I) ~ (III) に示す条件で得られた滴定曲線を実線で示し、問 2 の滴定曲線 (図 1) は点線で示してある。また、① では実線と点線が完全に重なっており、② ~ ⑨ では実線と点線が部分的に重なっている。

(I) NaOH 水溶液を、同じモル濃度のアンモニア水に変えた。

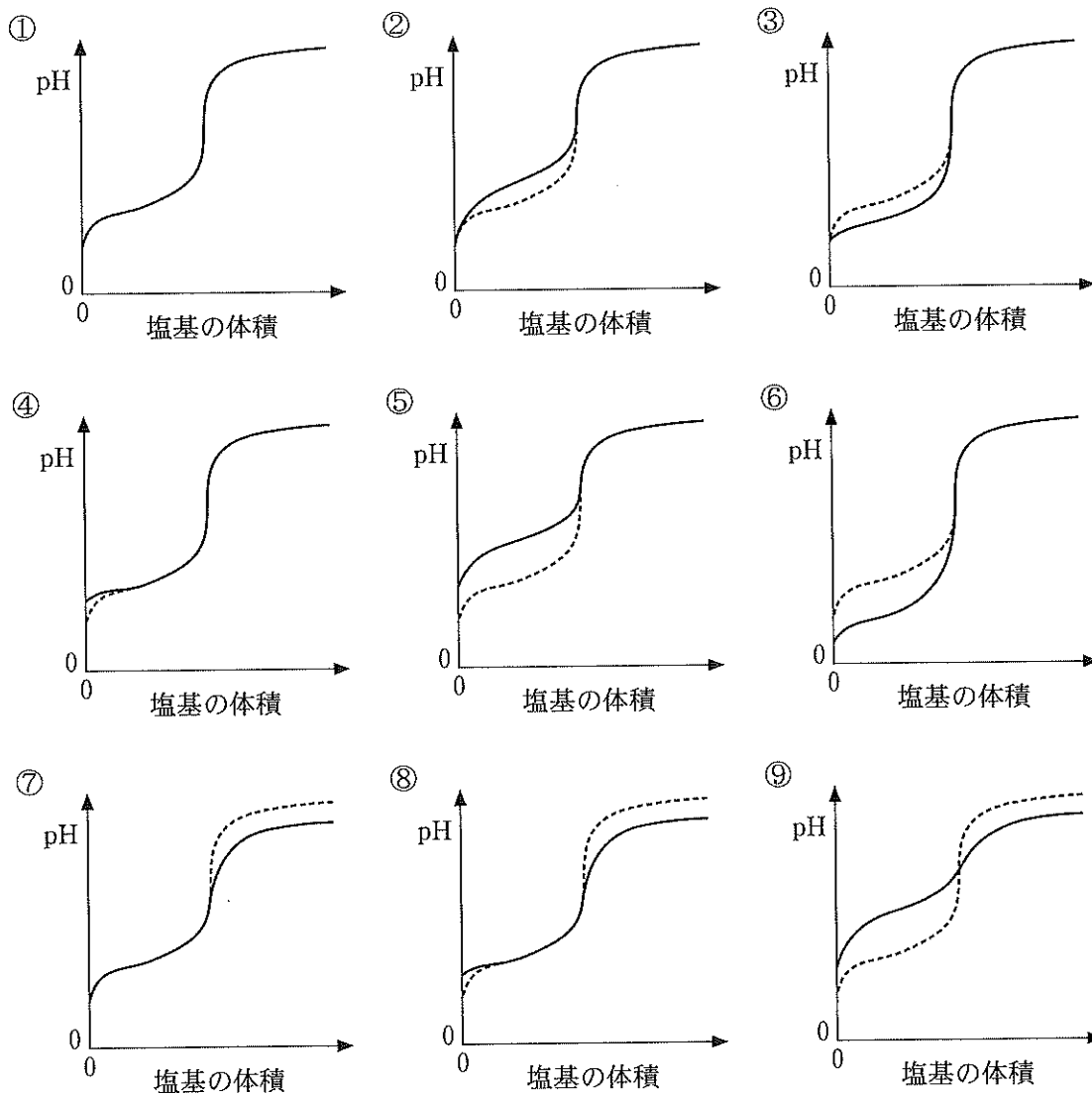
36

(II) 酢酸水溶液を、電離定数が酢酸の $\frac{1}{100}$ 倍で同じモル濃度の別の 1 価の酸に変えた。

37

(III) 酢酸水溶液と NaOH 水溶液を、それぞれ $\frac{1}{100}$ 倍の濃度に薄めたものに変えた。

38



3 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

ベンゼンは、1825年、39 によって鯨油の熱分解生成物から発見された化合物である。当初は、その構造は不明であったが、1865年、40 によって、図1のような六角形の構造式が提唱された。この構造式では、単結合と二重結合とが1つずつ交互に結合した構造で表されている。しかし、現在では、ベンゼンは、図2(略記法)のようにaとbの2つの構造の重ね合わせであると考えられている。一般に、ベンゼンのような構造をもつ分子が、単結合と二重結合との間で結合の組み替えを起こすことを共鳴といい、それによって生じる構造式を共鳴構造式という。したがって、ベンゼンにはaとbの2つの共鳴構造式があることになる。ただし、このaとbは、構造異性体とはみなされず、ベンゼンの複数の構造表記の一種であるとみなされる。また、図2に示す両向き矢印は、aとbが互いに共鳴していることを意味する。この共鳴により、ベンゼンの炭素-炭素原子間の結合距離はすべて等しい0.140 nm となり、ベンゼンの構造は正六角形であると考えられている。

ここで、共鳴を起こさない仮想の分子で、ベンゼンと同じ分子式である1,3,5-シクロヘキサトリエン(図3)を考える。1,3,5-シクロヘキサトリエンに含まれる単結合と二重結合の炭素-炭素原子間の結合距離は、それぞれエタンのC-C結合の0.154 nm とエチレンのC=C結合の0.134 nm を仮定している。この1,3,5-シクロヘキサトリエンへの水素の付加反応によりシクロヘキサン(C₆H₁₂)が生じるときの反応熱は、シクロヘキセン(C₆H₁₀)への水素の付加反応によりシクロヘキサンが生じるときの反応熱(120 kJ/mol)を[X]倍することにより推定値として算出される。一方、ベンゼンへの水素の付加反応によりシクロヘキサンが生じるときの反応熱は208 kJ/molである。これらのことから、1,3,5-シクロヘキサトリエンとベンゼンのそれぞれの分子がもつ化学エネルギーを比較すると、ベンゼンの方が共鳴によって[Y] kJ/mol 安定化されていると見積もることができる。

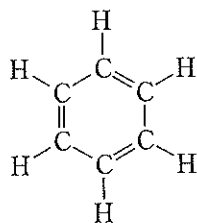


図1

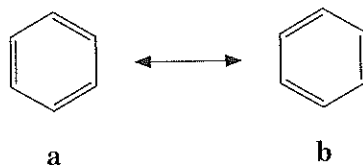


図2

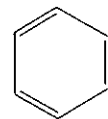


図3

問 1 , に当てはまる人物名として最も適切なものを、次の①～⑦のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① ウェーラー ② カロザース ③ ケクレ
 ④ ファラデー ⑤ ファントホッフ ⑥ フレミング
 ⑦ ラボアジエ

問 2 下線部アについて、ナフタレン(図4)やアントラセン(図5)についても、ベンゼンと同様、共鳴構造式を描くことができる。ナフタレン、アントラセンの共鳴構造式の数として最も適切なものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。 ナフタレン アントラセン

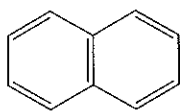


図 4

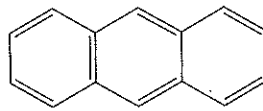


図 5

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5
 ⑤ 6 ⑥ 7 ⑦ 8 ⑧ 9

問 3 次の(I), (II)に示す臭素化したナフタレンの構造異性体の数として最も適切なものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

(I) ナフタレンの水素原子1つを臭素原子に置換して生じる化合物

(II) ナフタレンの水素原子2つを臭素原子に置換して生じる化合物

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5
 ⑤ 6 ⑥ 8 ⑦ 10 ⑧ 12

問 4 [X]に当てはまる1桁の数字として最も適切なものをマークせよ。

問 5 [Y]に当てはまる数値を求めよ。 には百の位の数字を, には十の位の数字を, には一の位の数字をそれぞれマークせよ。小数第1位以下がある場合には四捨五入せよ。該当する位がない場合には①をマークせよ。

kJ/mol

問 6 ベンゼンとトルエンについて、次の(1)~(3)に答えよ。

(1) ベンゼンの一般的な反応性についての記述として最も適切なものを、次の①~④のうちから1つ選べ。

- ① 付加反応，置換反応のいずれも起こりやすい。
- ② 置換反応よりも付加反応の方が起こりやすい。
- ③ 付加反応よりも置換反応の方が起こりやすい。
- ④ 付加反応，置換反応のいずれも起こりにくい。

(2) 濃硝酸と濃硫酸の混酸を用いてトルエンをニトロ化したときの生成物に関する記述として最も適切なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。ただし、生成物1分子中にニトロ基は1つしか存在しないものとする。

- ① *o*-ニトロトルエンのみが生じる。
- ② *m*-ニトロトルエンのみが生じる。
- ③ *p*-ニトロトルエンのみが生じる。
- ④ *o*-ニトロトルエンと *m*-ニトロトルエンが主に生じる。
- ⑤ *o*-ニトロトルエンと *p*-ニトロトルエンが主に生じる。
- ⑥ *m*-ニトロトルエンと *p*-ニトロトルエンが主に生じる。

(3) ベンゼンとトルエンの融点(°C)，沸点(°C)を次の表1にまとめた。 ~ に当てはまる数値として最も適切なものを、下の①~④のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

表 1

化合物	融 点	沸 点
ベンゼン	<input type="text" value="51"/> °C	<input type="text" value="52"/> °C
トルエン	<input type="text" value="53"/> °C	<input type="text" value="54"/> °C

- ① -95 ② 5.5 ③ 80 ④ 111

(余 白)