

理 科 (120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85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 4～29ページ
 化学 30～57ページ
 生物 58～85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				

一般選抜 試験問題「理科」化学範囲の誤植とその対処について

令和4年度入学者選抜試験問題において下記の誤りがありました。これらの訂正は試験時間内に口頭ならびに板書にて行っていることから、問題は有効として通常採点を行うものとしました。

令和4年1月28日

1 問7 次の①～⑤の反応のうち、酸化還元反応でないものとして最も適切なものを一つ選びなさい。

- ① $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- ② $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- ③ $2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$
- ④ $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ⑤ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

上記の設問において、③の化学反応式（下線部）は、正しくは「 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$ 」となります。

5 次の文章を読み、下の問1～3に答えなさい。

（前段落省略）

タンパク質水溶液に濃硝酸を加えて熱すると「ア」色になる。さらに、冷却後にアンモニア水を加えて塩基性になると「イ」色になる反応をキサントプロテイン反応という。タンパク質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後、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると「ウ」色になる反応をビウレット反応という。また、アミノ酸やタンパク質の水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて温めると「ウ」色になる反応をニンヒドリン反応という。

（後段落省略）

上記の段落中で空欄「ウ」が二か所に存在しますが、5行目にある二つ目の「ウ」（下線部）は、正しくは「エ」であり、段落中ではア～エが順番に二か所ずつ配置されることとなります。

令和4年1月29日

5 問1 下線部について、次の(a), (b)の反応が起こる酸素と基質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。

上記の問題文では「酸素」（下線部）となっていますが、正しくは「酵素」となります。

以上

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 C : 12 O : 16

0℃, 1.013×10^5 Pa を標準状態とする。

1 次の問1～10に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

問1 化学と人間生活に関する次の文章(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) 作物の生育に不足しがちな成分は窒素、リン、カリウムであり、これらを肥料として補うことで農作物の収穫量を増やすことが可能となった。
- (b) ガラスは一般的に耐薬品性に優れており、実験器具などに用いられる。
- (c) セッケンは、カルシウムイオンなどを含む硬水中でも洗浄力が保たれる。

	(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	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問2 次の原子に関する記述として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

C N Mg K Ca

- ① 価電子の数が最も多い原子はCaである。
- ② Cはあらゆる元素とイオン結合をつくりやすい。
- ③ K^+ と Ca^{2+} ではイオン半径が大きいのは K^+ である。
- ④ Mgの陽イオンは、アルゴンと同じ電子配置をもつ。
- ⑤ 最もイオン化エネルギーの大きな原子はKである。
- ⑥ Caの最外殻はM殻である。

問3 塩素原子には ^{35}Cl と ^{37}Cl の2種類の同位体があり、塩素分子 Cl_2 には質量の異なる3種類の分子が存在する。 ^{35}Cl と ^{37}Cl の存在比が3:1であるとき、3種類の塩素分子の存在比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。ただし、存在比は塩素分子の質量が小さいものから順に並べるものとする。

- ① 1:2:1 ② 4:3:2 ③ 4:1:1 ④ 5:2:1
- ⑤ 5:3:1 ⑥ 7:5:3 ⑦ 9:3:1 ⑧ 9:6:1

問4 実験操作に関する次の(a)～(c)の記述のうち、正しい記述をすべて選んだものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。

- (a) 濃硫酸を薄める際には、濃硫酸に純水を加える。
- (b) ふたまた試験管を用いて気体を発生させる際には、突起のある方に固体試薬、突起の無い方に液体試薬を入れる。
- (c) 銅や鉛のイオンを含む水溶液は、直接下水に流してもよい。

- ① (a) ② (b) ③ (c) ④ (a), (b)
- ⑤ (a), (c) ⑥ (b), (c) ⑦ (a), (b), (c)

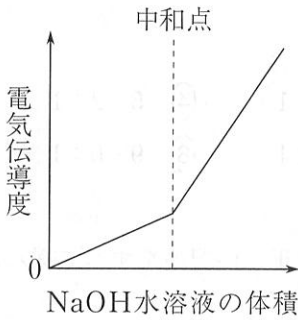
問5 次の物質のうち、共有結合の結晶である物質の数として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

ナフタレン 石英 亜鉛 ダイヤモンド 塩化ナトリウム

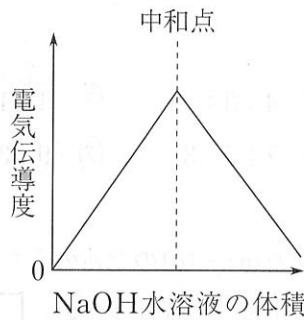
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問6 中和滴定を行う際、指示薬を用いる代わりに、水溶液の電気伝導度(水溶液の電気の通しやすさを表す指標)を測定することでも中和点を求めることができる。ここでは、水溶液中の H^+ と OH^- のイオンの量によって水溶液の電気伝導度が変化するものとする。塩酸を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する場合、滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積と、電気伝導度の関係を表したグラフとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6

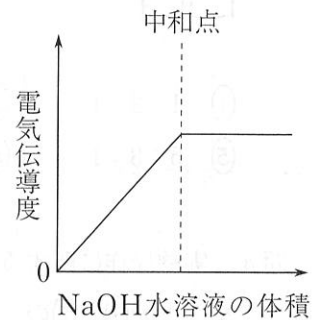
①



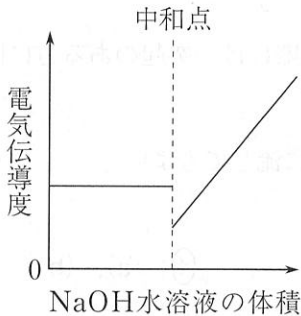
②



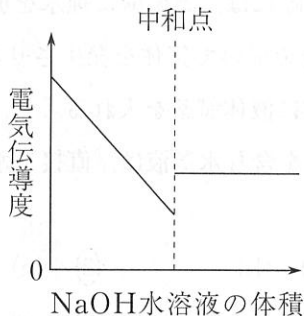
③



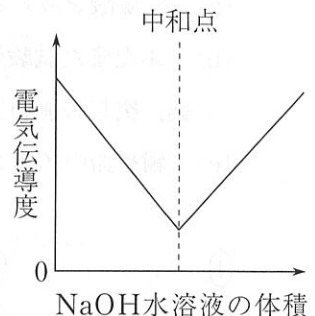
④



⑤



⑥



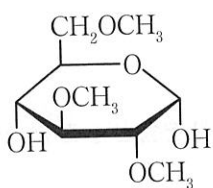
問7 次の①～⑤の反応のうち、酸化還元反応ではないものとして最も適切なものを一つ選びなさい。

- ① $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- ② $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- ③ $2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$
- ④ $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ⑤ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

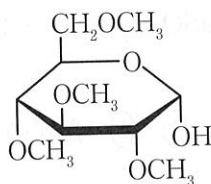
問8 有機化合物に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムを反応させて得られる物質は、塩素と置換反応を起こす。
- ② 酢酸カルシウムを乾留して得られる物質は、ヨードホルム反応を示す。
- ③ 濃硫酸を 130°C 程度に加熱しながらエタノールを加えると得られる物質は、ナトリウムと反応しない。
- ④ 塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒とし、エチレンと酸素を反応させて得られる物質は、フェーリング液を還元しない。
- ⑤ 炭化カルシウムと水を反応させて得られる物質を、赤熱した鉄に触れさせると、環状構造をもつ物質が得られる。

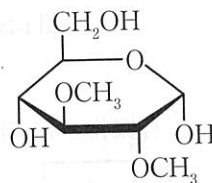
問9 2500個のグルコースからなるアミロペクチンがある。これに含まれるヒドロキシ基をメチル化した後、加水分解を行ったところ、次の3種類の糖類A、B、Cが物質量比でA:B:C = 23:1:1の割合で得られた。ただし、1位に結合したヒドロキシ基はメチル化された後、加水分解によりもとのヒドロキシ基に戻る。1分子のアミロペクチンに含まれる枝分かれの数として最も適切なものを、下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 9



A



B



C

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 100 | ② 200 | ③ 230 | ④ 240 |
| ⑤ 1000 | ⑥ 2000 | ⑦ 2300 | ⑧ 2400 |

問10 合成高分子化合物に関する次の①~⑥の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。 10

- ① 高密度ポリエチレンは、触媒を使用し、低圧でエチレンを重合して作られる。
- ② ポリアクリロニトリルを主成分とした繊維は、羊毛のような風合いがあり、セーターなどに用いられる。
- ③ ビニロンは、ポリビニルアルコールにホルムアルデヒドを反応させ、ヒドロキシ基の一部をアセタール化して作られる。
- ④ 繰り返し単位が1000のナイロン66の1分子に含まれるアミド結合の数は、約2000である。
- ⑤ アルキド樹脂は熱硬化性樹脂である。
- ⑥ フェノールとホルムアルデヒドを、塩基触媒を用いて付加縮合させると、ノボラックと呼ばれる物質が生成する。

4. ⑥

⑦

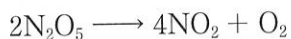
答(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

①	②	③	④	⑤	⑥
Na	Cl	Ca	K	Fe	Mg

2 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

五酸化二窒素 N_2O_5 の気相における分解反応は次式で表される。生じた二酸化窒素 NO_2 は会合して四酸化二窒素 N_2O_4 と平衡状態になるが、本問の実験温度においては無視できるものとする。



この反応について、ある温度における実験結果を次表に示す。

反応時間 [s]	0	100	200	300	400
$[\text{N}_2\text{O}_5]$ [mmol/L]	4.00	2.82	1.99	x	0.987

(mmol = 10^{-3} mol)

問1 窒素の酸化物を総称して NO_x と呼ぶ。自動車などのエンジン内で、燃料が燃焼するとき、一酸化窒素 NO が生成する。この NO は大気中で酸化されて NO_2 へと変化し、の原因となる。また、大気中の NO_x と炭化水素の反応によって生じた酸性酸化物はの原因となる。

このように、 NO_x は大気汚染の原因物質となるが、 NO_x の一つである NO は血管を拡張させる効果をもつことが知られている。そのため、ニトログリセリンのようなをもつ医薬品は狭心症の薬としてのほたらきをもつ。

文中の空欄～に当てはまる語句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。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
①	酸性雨	光化学スモッグ	アミノ基
②	酸性雨	光化学スモッグ	硝酸エステル
③	酸性雨	オゾン層の破壊	アミノ基
④	酸性雨	オゾン層の破壊	硝酸エステル
⑤	オゾン層の破壊	光化学スモッグ	アミノ基
⑥	オゾン層の破壊	光化学スモッグ	硝酸エステル
⑦	オゾン層の破壊	酸性雨	アミノ基
⑧	オゾン層の破壊	酸性雨	硝酸エステル

問2 N_2O_5 の分解速度が、 N_2O_5 の濃度の平均に比例するとき、100～200秒間における反応から、この反応の反応速度定数 $[/s]$ の値として最も近いものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。/s

- ① 1.7×10^{-3} ② 3.5×10^{-3} ③ 6.8×10^{-3}
 ④ 1.7×10^{-2} ⑤ 3.5×10^{-2} ⑥ 6.8×10^{-2}

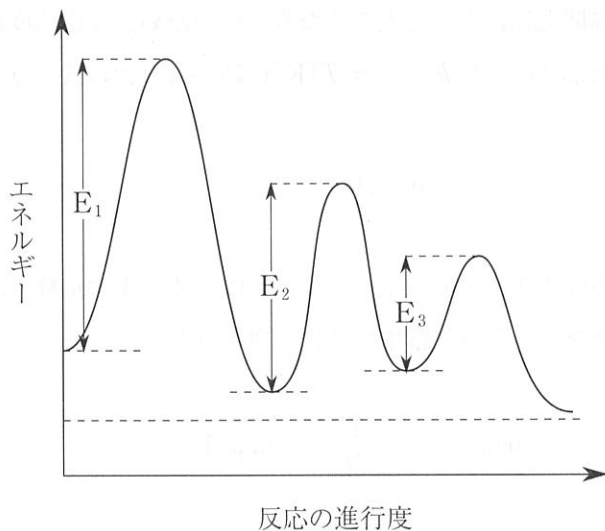
問3 反応時間 300[s]における N_2O_5 の濃度[mmol/L]として最も近い値を、次の
①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、計算には表の隣り合う時間のデータ
を用いること。 mmol/L

- ① 1.1 ② 1.2 ③ 1.3 ④ 1.4 ⑤ 1.5 ⑥ 1.6

問4 多くの化学反応は、いくつかの素反応の組合せからなり、その中で最も
反応の反応速度が、全体の反応速度と近似的に等しくなる。この段階を律速段階
と呼ぶ。 N_2O_5 の分解は次の (i)～(iii)の素反応からなることが知られている。



また、次のグラフは上式の活性化エネルギーを表しており、 E_1 、 E_2 、 E_3 はそれ
ぞれ (i)、(ii)、(iii)式の活性化エネルギーを表す。



この中で、律速段階は である。空欄 , に入る語句の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>
①	はじめに起こる	(i)
②	はじめに起こる	(ii)
③	はじめに起こる	(iii)
④	速い	(i)
⑤	速い	(ii)
⑥	速い	(iii)
⑦	遅い	(i)
⑧	遅い	(ii)
⑨	遅い	(iii)

問5 反応速度定数は温度上昇によって大きくなる。そのため、反応速度は温度上昇に伴い増加する。反応速度定数 k と温度 T [K] の関係は、次の式で与えられる。

$$k = Ae^{-\frac{E}{RT}}$$

ただし、 E は反応の活性化エネルギー、 R は気体定数、 A は定数である。この式の両辺の自然対数をとった後、常用対数に変換すると

$$\log_{10} k = -\frac{E}{2.3RT} + \log_{10} A$$

を得る。

ここで、ある反応の反応速度を、温度を変化させながら測定すると、200 K から 300 K に上げたとき、反応速度定数は 100 倍になった。この反応の活性化エネルギー [kJ/mol] として最も近い値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

また、 $R = 8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いよ。 [kJ/mol]

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 1.1 | ② 2.3 | ③ 3.4 |
| ④ 11 | ⑤ 23 | ⑥ 34 |

化学の試験問題は次に続く。

この問題は、(1)～(4)の各問いに、それぞれ1点ずつ、合計4点満点で答えてください。解答は、この用紙の裏面に記入してください。解答欄は、この用紙の裏面にあります。解答欄に記入するときは、必ず「問」の番号を記入してください。また、解答欄に記入するときは、必ず「問」の番号を記入してください。また、解答欄に記入するときは、必ず「問」の番号を記入してください。

この問題は、(1)～(4)の各問いに、それぞれ1点ずつ、合計4点満点で答えてください。解答は、この用紙の裏面に記入してください。解答欄は、この用紙の裏面にあります。解答欄に記入するときは、必ず「問」の番号を記入してください。また、解答欄に記入するときは、必ず「問」の番号を記入してください。また、解答欄に記入するときは、必ず「問」の番号を記入してください。

1. 次の問いに答えてください。(1)～(4)の各問いに、それぞれ1点ずつ、合計4点満点で答えてください。解答は、この用紙の裏面に記入してください。解答欄は、この用紙の裏面にあります。解答欄に記入するときは、必ず「問」の番号を記入してください。また、解答欄に記入するときは、必ず「問」の番号を記入してください。また、解答欄に記入するときは、必ず「問」の番号を記入してください。

問	答	問	答
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8
6	7	8	9
7	8	9	10
8	9	10	11
9	10	11	12
10	11	12	13
11	12	13	14
12	13	14	15
13	14	15	16
14	15	16	17
15	16	17	18
16	17	18	19
17	18	19	20
18	19	20	21
19	20	21	22
20	21	22	23
21	22	23	24
22	23	24	25
23	24	25	26
24	25	26	27
25	26	27	28
26	27	28	29
27	28	29	30
28	29	30	31
29	30	31	32
30	31	32	33
31	32	33	34
32	33	34	35
33	34	35	36
34	35	36	37
35	36	37	38
36	37	38	39
37	38	39	40
38	39	40	41
39	40	41	42
40	41	42	43
41	42	43	44
42	43	44	45
43	44	45	46
44	45	46	47
45	46	47	48
46	47	48	49
47	48	49	50
48	49	50	51
49	50	51	52
50	51	52	53
51	52	53	54
52	53	54	55
53	54	55	56
54	55	56	57
55	56	57	58
56	57	58	59
57	58	59	60
58	59	60	61
59	60	61	62
60	61	62	63
61	62	63	64
62	63	64	65
63	64	65	66
64	65	66	67
65	66	67	68
66	67	68	69
67	68	69	70
68	69	70	71
69	70	71	72
70	71	72	73
71	72	73	74
72	73	74	75
73	74	75	76
74	75	76	77
75	76	77	78
76	77	78	79
77	78	79	80
78	79	80	81
79	80	81	82
80	81	82	83
81	82	83	84
82	83	84	85
83	84	85	86
84	85	86	87
85	86	87	88
86	87	88	89
87	88	89	90
88	89	90	91
89	90	91	92
90	91	92	93
91	92	93	94
92	93	94	95
93	94	95	96
94	95	96	97
95	96	97	98
96	97	98	99
97	98	99	100

3 次の文章を読み、下の問 1～5 に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

周期表第 14 族に属する炭素原子には ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C の (a) 同位体 が存在する。このうち、(b) ^{14}C は放射性同位体と呼ばれ、遺跡などの年代測定に用いられている。炭素の単体には黒鉛、ダイヤモンドなどが知られており、これらの関係を (c) 同素体 という。炭素の単体を完全燃焼させると (d) 酸化物 である二酸化炭素が生じるが、(e) 酸素の供給が不足している環境で燃焼させると二酸化炭素のほかに一酸化炭素が生じる。

問 1 文中の下線部(a)について、 ^{14}C 原子 1 個の陽子数、中性子数、価電子数の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

	陽子数	中性子数	価電子数
①	6	6	6
②	6	7	7
③	6	8	4
④	7	6	7
⑤	7	7	8
⑥	7	8	5
⑦	8	6	8
⑧	8	7	9
⑨	8	8	6

問2 文中の下線部(b)について、 ^{14}C 原子は **ア** 線を放出して ^{14}N に変化する。
 この変化の半減期は5700年であることが知られている。ある遺跡にあった木の実
 にふくまれる ^{14}C の割合が大気中の6.25%であったとすると、この木の実が採取
 されたのは今からおよそ **イ** 年前であると推定される。文中の空欄 **ア**、
イ に当てはまる語句や数字の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨
 のうちから一つ選びなさい。 **2**

	ア	イ
①	a	11400
②	a	17100
③	a	22800
④	β	11400
⑤	β	17100
⑥	β	22800
⑦	γ	11400
⑧	γ	17100
⑨	γ	22800

問3 文中の下線部(c)について、炭素の同素体に関する記述として誤りを含むもの
 を、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 **3**

- ① 天然に存在する単体のうち、ダイヤモンドの融点が最も高い。
- ② 黒鉛は、やわらかく、光沢のある黒色の固体であり、電気や熱の伝導性が大きい。
- ③ カーボンナノチューブは、黒鉛の平面構造が筒状になった構造をもち、電子材料への応用が進められている。
- ④ フラーレンは C_{60} や C_{70} の分子式をもつ球状の分子であり、その結晶は共有結合の結晶に分類される。
- ⑤ 黒鉛の一層分のみからなる薄膜状の物質はグラフェンとよばれる。

問4 文中の下線部(d)について、炭素の酸化物である一酸化炭素と二酸化炭素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

4

- ① 一酸化炭素を実験室で得るにはギ酸に濃硫酸を加えて加熱し、発生した気体を水上置換法で捕集する。
- ② 一酸化炭素は血中のヘモグロビンと結合しやすい。
- ③ 一酸化炭素と水素の混合気体は、メタノールの工業的製法に用いられる。
- ④ 二酸化炭素の固体をドライアイスといい、常温常圧の下で昇華する。
- ⑤ 二酸化炭素の気体を塩化カルシウム水溶液に通すと水溶液が白濁する。

問5 文中の下線部(e)について、12.0 gの黒鉛Cと、ある量の酸素 O_2 を密閉容器に入れ、黒鉛を燃焼させると、黒鉛の不完全燃焼が起こった。反応後に酸素 O_2 は残っておらず、容器内には一酸化炭素と二酸化炭素の混合気体および、未反応の黒鉛2.40 gが残っていた。この反応で発生した熱量が293 kJであったとすると、最初に加えた酸素の標準状態における体積(L)として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、一酸化炭素の生成熱を283 kJ/mol、二酸化炭素の生成熱を394 kJ/molとする。 5 L

- ① 11.2 ② 13.4 ③ 15.7
- ④ 17.9 ⑤ 20.2 ⑥ 22.4

□□□ □□□ □□□ (下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

1000

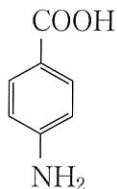


100

1000

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

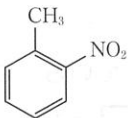
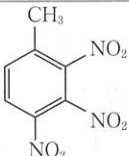
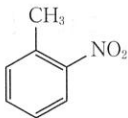
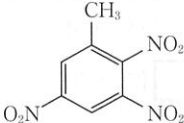
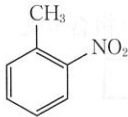
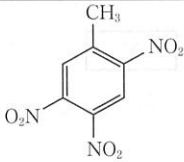
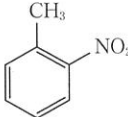
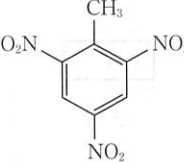
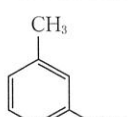
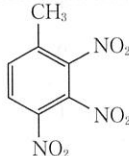
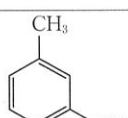
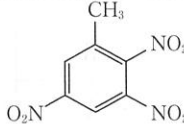
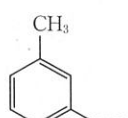
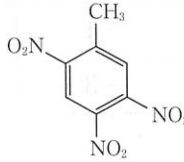
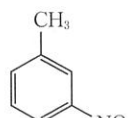
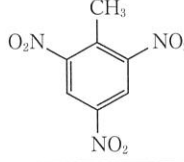
トルエンを原料として、*p*-アミノ安息香酸を以下のように合成した。



p-アミノ安息香酸

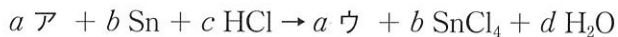
- 1 トルエンを濃硫酸と濃硝酸の混合物と反応させ、化合物アとイを得た。
- 2 化合物アをイから分離し、スズと塩酸で還元し、水溶性の化合物ウを得た。
- 3 ウの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を十分加えると、化合物エが遊離したので、エーテルを用いて抽出した。
- 4 エを無水酢酸と反応させ、化合物オを得た。
- 5 オに硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱し、化合物カを得た。
- 6 カを塩酸と反応させると、目的の *p*-アミノ安息香酸が得られた。

問1 化合物イは、アの異性体である。トルエンに濃硫酸と濃硝酸をより高温で反応させると、化合物キが生成する。イおよびキの構造式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。 1

	イ	キ
①		
②		
③		
④		
⑤		
⑥		
⑦		
⑧		

問2 化合物アにスズと塩酸を反応させ、ウが生成する反応は、次のように表される。

ただし、 $a\sim d$ は係数である。



これらの係数を求めるために、次のように考えた。

アには $-\text{NO}_2$ が含まれ、ウには $-\text{NH}_3^+$ が含まれている。これらの窒素原子の酸化数は、 $-\text{NO}_2$ では $\boxed{\text{X}}$ 、 $-\text{NH}_3^+$ では $\boxed{\text{Y}}$ である。一方で、還元剤であるスズは、酸化数が $+0$ から $+4$ に増加している。これをもとに、 a と b の比 ($a:b$) を決定すると $\boxed{\text{Z}}$ になる。

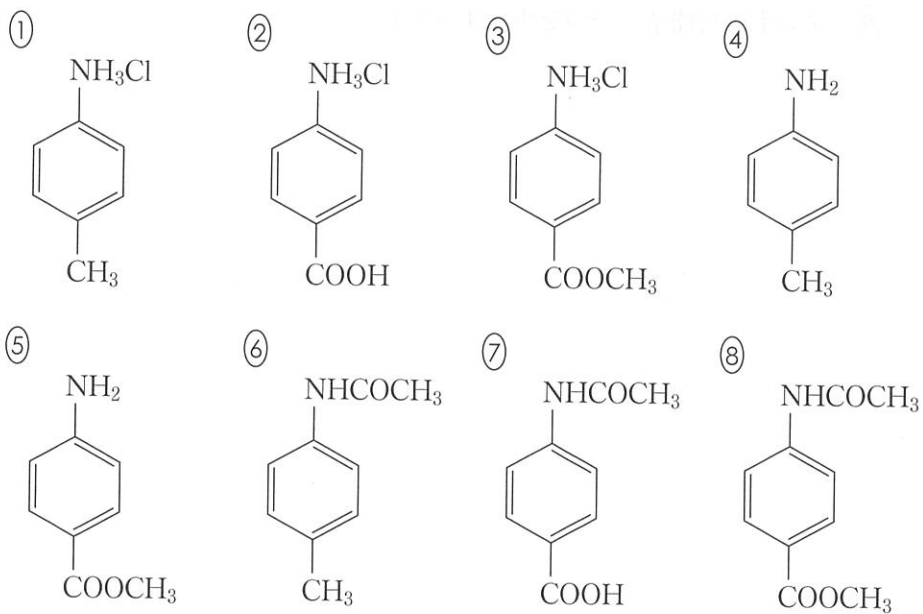
- (1) 文中の空欄 $\boxed{\text{X}}$ 、 $\boxed{\text{Y}}$ に当てはまる数字の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 $\boxed{2}$

	$\boxed{\text{X}}$	$\boxed{\text{Y}}$
①	+ 5	+ 1
②	+ 5	- 1
③	+ 5	- 3
④	+ 4	+ 1
⑤	+ 4	- 1
⑥	+ 4	- 3
⑦	+ 3	+ 1
⑧	+ 3	- 1
⑨	+ 3	- 3

(2) 文中の空欄 **Z** に当てはまる比として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **3**

- ① 1:2 ② 1:3 ③ 2:1
 ④ 2:3 ⑤ 3:1 ⑥ 3:2

問3 化合物エおよびカの構造式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つずつ選びなさい。エ：**4**，カ：**5**



問4 実験操作4の目的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。

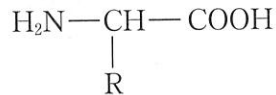
- ① エを水に溶けやすくするため。
- ② エと過マンガン酸カリウムとの反応速度を速くするため。
- ③ エのもつ官能基の一つを、過マンガン酸カリウムと反応させないようにするため。
- ④ エのもつ官能基の一つを、*p*-アミノ安息香酸のもつ官能基へ変化させるため。
- ⑤ エのもつ官能基の一つを中和するため。

01 - 01 答書(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1～3に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

アミノ酸は、分子内にカルボキシ基とアミノ基をもち、電荷を帯びた状態で水によく溶ける。生体内のタンパク質を構成しているアミノ酸は、カルボキシ基とアミノ基が同一の炭素原子に結合しているα-アミノ酸であり、構造は次のように表される。タンパク質を構成するα-アミノ酸は20種類である。



タンパク質は、これらのアミノ酸がペプチド結合で鎖状に結合したポリペプチドである。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。

タンパク質水溶液に濃硝酸を加えて熱すると 色になる。さらに、冷却後にアンモニア水を加えて塩基性になると 色になる反応をキサントプロテイン反応という。タンパク質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後、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると 色になる反応をビウレット反応という。また、アミノ酸やタンパク質の水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて温めると 色になる反応をニンヒドリン反応という。

アミノ酸6個からなるペプチドIがある。Iのすべてのペプチド結合を加水分解すると、表に示す6種類のアミノ酸が等しい物質質量で得られた。また、IのN末端アミノ酸はアラニンであり、C末端アミノ酸は不斉炭素原子をもたないアミノ酸であることがわかった。

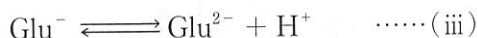
名称	略号	構造 (R 部分)
グリシン	Gly	H-
アラニン	Ala	H ₃ C-
グルタミン酸	Glu	HOOC-(CH ₂) ₂ -
フェニルアラニン	Phe	 -CH ₂ -
リシン	Lys	H ₂ N-(CH ₂) ₄ -
メチオニン	Met	H ₃ C-S-(CH ₂) ₂ -

I に、芳香族アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合のみを選択的に加水分解する酵素を作用させると、2 種類のペプチド断片 II および III が得られた。II および III はいずれもビウレット反応を示した。また、I に、塩基性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合のみを選択的に加水分解する酵素を作用させると、2 種類のペプチド断片 IV および V が得られた。IV はビウレット反応を示したが、V は示さなかった。V の水溶液に水酸化ナトリウムを加えて加熱したのち酢酸鉛(II)水溶液を加えると、溶液が黒色になった。

問 1 文中の空欄 ～ に入る語句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。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>	<input type="text" value="エ"/>
①	赤紫	濃紫	黄	濃青
②	赤紫	橙黄	黄	紫
③	赤紫	濃紫	赤紫	濃青
④	赤紫	橙黄	赤紫	紫
⑤	黄	濃紫	黄	濃青
⑥	黄	橙黄	黄	紫
⑦	黄	濃紫	赤紫	濃青
⑧	黄	橙黄	赤紫	紫

問2 アミノ酸の電離平衡について考える。グルタミン酸の水溶液中での電離平衡は、グルタミン酸の陽イオン、双性イオン、1価の陰イオン、2価の陰イオンをそれぞれ Glu^+ 、 Glu^\pm 、 Glu^- 、 Glu^{2-} とすると次のように表される。

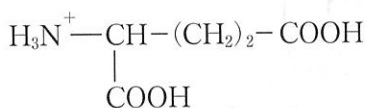


(i)~(iii)の電離定数はそれぞれ $K_1 = 10^{-2.19}$ 、 $K_2 = 10^{-4.25}$ 、 $K_3 = 10^{-9.67}$ である。等電点においては双性イオンの濃度が最大であるため、 Glu^{2-} を無視できるものとする。

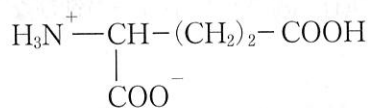
(1) グルタミン酸のイオンの構造のうち、 Glu^\pm および Glu^- の構造として最も適切なものを、それぞれ①~⑥のうちから一つずつ選びなさい。

Glu^\pm 2, Glu^- 3

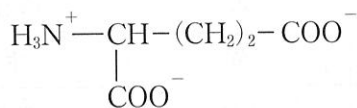
①



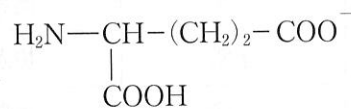
②



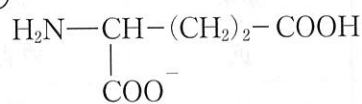
③



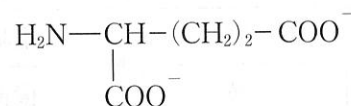
④



⑤

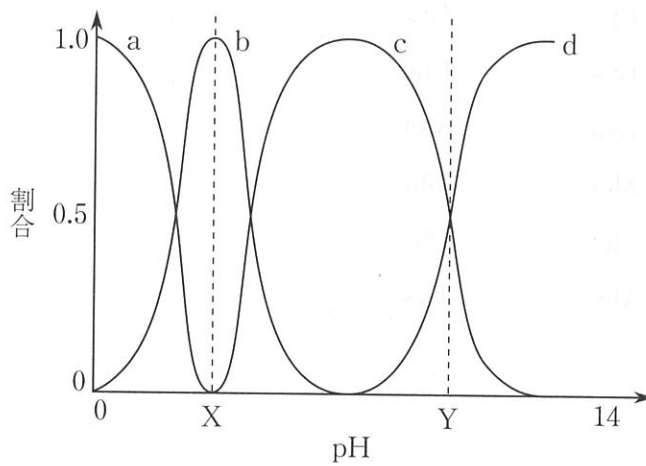


⑥



(2) 次のグラフは、グルタミン酸を含む水溶液の pH とイオン a~d の物質量の割合の変化の概形を表したものである。ただし、a~d は Glu^+ 、 Glu^{\pm} 、 Glu^- 、 Glu^{2-} のいずれかに該当する。グラフ中の X、Y における pH の値を有効数字 3 桁の数値で表すとき ~ に当てはまる数字を、下の ①~⑩のうちから一つずつ選びなさい。ただし、X において a と c は極めてわずかに等量ずつ存在している。また、同じ選択肢を繰り返し選んでもよい。

X = . , Y = .



- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問3 ペプチドIのN末端から2番目および3番目のアミノ酸の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 10

	2番目	3番目
①	Glu	Phe
②	Glu	Lys
③	Glu	Met
④	Lys	Glu
⑤	Lys	Phe
⑥	Lys	Met
⑦	Met	Glu
⑧	Met	Phe
⑨	Met	Lys

(下書き用紙)

図1は、ある物質の溶解度曲線を示している。横軸は温度(°C)、縦軸は溶解度(g/100g)を示している。この曲線から、20°Cでの溶解度は約15g/100g、40°Cでの溶解度は約25g/100gであることが読み取れる。

この物質の溶解度曲線に基づいて、20°Cと40°Cでの溶解度の差を求め、その差を100gの水に溶解させるために必要な物質の質量を計算する。また、この物質の溶解度が温度とともにどのように変化するかを説明する。

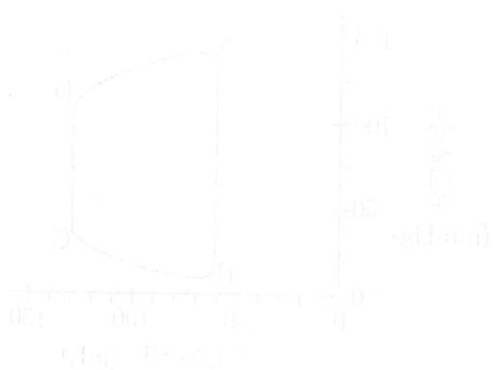


図1の溶解度曲線に基づいて、20°Cと40°Cでの溶解度の差を求め、その差を100gの水に溶解させるために必要な物質の質量を計算する。

- ① 20°Cでの溶解度は約15g/100gである。
- ② 40°Cでの溶解度は約25g/100gである。
- ③ 20°Cと40°Cでの溶解度の差は約10g/100gである。
- ④ この物質の溶解度は温度とともに増加する。
- ⑤ この物質の溶解度は温度とともに減少する。
- ⑥ この物質の溶解度は温度とともに一定である。