理　科

（1～48ページ）

注　意

1．試験開始の合図があるまで，問題用紙を開いてはいけません。
2．この問題用紙には，次の３科目の問題が収められています。
　物　　理（1～10ページ）
　化　　学（11～26ページ）
　生　　物（27～48ページ）
3．３科目の中から，医学部出願者は２科目，その他の出願者は１科目を選択し，解答は解答用紙にマークしなさい。解答用紙は３科目共通です。
4．解答用紙に受験番号・氏名・選択科目を記入しなさい。
　受験番号と選択科目は，下記の「受験番号欄記入例」「選択科目欄記入例」に従って正確にマークしなさい。
5．試験時間は **60分（２科目受験者は１科目につき60分）** です。
6．試験開始後，問題用紙に不備（ページのふぞろい・印刷不鮮明など）があったら申し出なさい。
7．中途退出は認めません。試験終了後，問題用紙は持ち帰りなさい。

受験番号欄記入例・選択科目欄記入例

アルファベットと数字の位置に注意してマークしなさい
（アルファベットのI・O・Qはありません）

受	験	番	号	欄
H	5	7	0	9
Ⓐ	⓪	⓪	●	⓪
Ⓑ	①	①	①	①
Ⓒ	②	②	②	②
Ⓓ	③	③	③	③
Ⓔ	④	④	④	④
Ⓕ	●	⑤	⑤	⑤
Ⓖ	⑥	⑥	⑥	⑥
●	⑦	●	⑦	⑦
Ⓙ	⑧	⑧	⑧	⑧
Ⓚ	⑨	⑨	⑨	●
Ⓛ				
Ⓜ				
Ⓝ				
Ⓟ				
Ⓡ				
Ⓢ				
Ⓣ				
Ⓤ				
Ⓥ				
Ⓦ				
Ⓧ				

「物理」を選択した場合

選択科目欄	
●	物　　理
○	化　　学
○	生　　物

↑
解答する１科目に
必ずマークしなさい

マーク式解答欄記入上の注意

1．解答は，ＨＢの黒鉛筆を使用して丁寧にマークしなさい。
《マーク例》
　良い例 ●
　悪い例 ◐ ◑ ⊗ ◔ ○
2．訂正する場合は，プラスチック消しゴムで，きれいにマークを消し取りなさい。
3．所定の記入欄以外には，何も記入してはいけません。
4．解答用紙を汚したり，折り曲げたりしてはいけません。

化　　学

この問題はⅠからⅦまであります。解答用紙には問題番号が [1] から [50] までですが，**解答に使用する問題番号は [1] から [28] までです。**

原子量　H：1.01，B：10.8，C：12.0，N：14.0，O：16.0，Na：23.0

標準状態における気体のモル体積　22.4 L/mol

アボガドロ定数　$N_A = 6.0 \times 10^{23}$ /mol

Ⅰ　同位体と物質量に関する，次の(1)～(5)に答えなさい。

(1)　中性子の数が等しい原子の組合せとして正しいものを，[1] の解答群から1つ選びなさい。

[1] の解答群

① ^{1}H と ^{2}H　② ^{1}H と ^{3}H　③ ^{3}He と ^{4}He

④ ^{2}H と ^{3}He　⑤ ^{2}H と ^{4}He　⑥ ^{3}H と ^{3}He

(2)　ホウ素には相対質量が10.0の ^{10}B と相対質量が11.0の ^{11}B がある。^{10}B の天然存在比は何%か。最も近いものを，[2] の解答群から1つ選びなさい。

[2] の解答群

① 20%　② 25%　③ 30%

④ 50%　⑤ 60%　⑥ 80%

(3)　質量数14の炭素 ^{14}C の原子は放射性同位体であり，その半減期は5700年である。17100年が経過すると ^{14}C の量はもとの量の何分の1になるか。最も近いものを，[3] の解答群から1つ選びなさい。

[3] の解答群

① 2分の1　② 3分の1　③ 4分の1

④ 6分の1　⑤ 8分の1　⑥ 16分の1

（4） 次のａ～ｃを数の多い順に並べたものとして正しいものを，［ 4 ］の解答群から１つ選びなさい。

a　0.20 mol の塩化水素 HCl に含まれる水素原子の数

b　1.7 g のアンモニア NH_3 に含まれる水素原子の数

c　1.5×10^{22} 個のメタン CH_4 に含まれる水素原子の数

［ 4 ］の解答群

① a ＞ b ＞ c　② a ＞ c ＞ b　③ b ＞ a ＞ c

④ b ＞ c ＞ a　⑤ c ＞ a ＞ b　⑥ c ＞ b ＞ a

（5） 2.0 L の酸素を無声放電させたところ，次の反応により一部がオゾンに変化した。

$$3O_2 \longrightarrow 2O_3$$

反応後の気体の体積は 1.8 L であった。ただし，気体の体積はすべて標準状態におけるものとする。

1） 反応前の酸素の何％がオゾンに変化したか。最も近いものを，［ 5 ］の解答群から１つ選びなさい。

［ 5 ］の解答群

① 10%　② 20%　③ 30%

④ 50%　⑤ 60%　⑥ 80%

2） 反応後の混合気体の標準状態における密度はいくらか。最も近いものを，［ 6 ］の解答群から１つ選びなさい。

［ 6 ］の解答群

① 0.10 g/L　② 0.16 g/L　③ 0.20 g/L

④ 1.0 g/L　⑤ 1.6 g/L　⑥ 2.0 g/L

Ⅱ　物質の状態と変化に関する，次の(1)～(3)に答えなさい。

(1)　1.0×10^5 Pa のもとで，−20 ℃の氷 90 g を加熱して，40 ℃の水 90 g をつくった。

1)　固体から液体への変化を何というか。 [7] の解答群から1つ選びなさい。

[7] の解答群

① 凝固　② 昇華　③ 溶解
④ 蒸発　⑤ 融解　⑥ 凝縮

2)　加えた熱量は合計でいくらか。最も近いものを， [8] の解答群から1つ選びなさい。ただし，1.0×10^5 Pa における氷の比熱は 2.1 J/(g·K)，水の比熱は 4.2 J/(g·K) とする。また，0 ℃の氷 1.0 mol を 0 ℃の液体の水に変化させるために必要な熱量は 6.0 kJ とする。

[8] の解答群

① 3.0 kJ　② 3.8 kJ　③ 4.9 kJ
④ 30 kJ　⑤ 38 kJ　⑥ 49 kJ

(2)　次の文章中の空欄 [ア] ～ [ウ] にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを， [9] の解答群から1つ選びなさい。

デンプン水溶液のように，分散媒が液体のコロイドをコロイド溶液または [ア] という。また，霧のように分散媒が気体のコロイドを [イ] という。

セッケン水中では，脂肪酸イオンが集まってコロイド粒子となって分散している。このようなコロイドを [ウ] という。

[9] の解答群

	[ア]	[イ]	[ウ]
①	ゲル	ゾル	分散コロイド
②	ゲル	エアロゾル	分散コロイド
③	ゾル	ゲル	分散コロイド
④	ゾル	エアロゾル	分散コロイド
⑤	ゲル	ゾル	会合コロイド
⑥	ゲル	エアロゾル	会合コロイド
⑦	ゾル	ゲル	会合コロイド
⑧	ゾル	エアロゾル	会合コロイド

（3） 次の文章中の空欄 ア ， イ にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを， 10 の解答群から１つ選びなさい。

塩化鉄(Ⅲ)$FeCl_3$水溶液を沸騰水に滴下すると，赤褐色のコロイド溶液が得られた。これを ア によって精製したのち，電気泳動を行ったところコロイド粒子は陰極側に移動した。精製後のコロイド溶液を３等分し，それぞれにリン酸イオンを含む水溶液，塩化物イオンを含む水溶液，硫酸イオンを含む水溶液を加えていったとき，最も凝析しやすいのは イ であった。

10 の解答群

	ア	イ
①	塩析	リン酸イオンを含む水溶液
②	塩析	塩化物イオンを含む水溶液
③	塩析	硫酸イオンを含む水溶液
④	透析	リン酸イオンを含む水溶液
⑤	透析	塩化物イオンを含む水溶液
⑥	透析	硫酸イオンを含む水溶液

Ⅲ　化学反応とエネルギーに関する，次の(1)および(2)に答えなさい。

(1)　化学変化や状態変化が起こるとき，エネルギーが放出または吸収される。このときに放出または吸収されるエネルギーは熱化学方程式を用いて表すことができる。次にいくつかの熱化学方程式を記す。

$$CO(気) + \frac{1}{2}O_2(気) = CO_2(気) + 283\ kJ$$

$$C(黒鉛) + \frac{1}{2}O_2(気) = CO(気) + 111\ kJ$$

$$H_2(気) + \frac{1}{2}O_2(気) = H_2O(液) + 286\ kJ$$

$$H_2O(液) = H_2O(気) - 44.0\ kJ$$

1)　これらの熱化学方程式に関する記述として正しいものを，[11] の解答群から1つ選びなさい。

[11] の解答群

①　エネルギーの低い状態から，エネルギーの高い状態への変化は発熱変化である。

②　CO_2(気)の生成熱は 283 kJ/mol である。

③　C(黒鉛)の燃焼熱は 111 kJ/mol である。

④　H_2(気)の燃焼熱は 286 kJ/mol である。

⑤　H_2O(気)の生成熱は 330 kJ/mol である。

⑥　H_2O(液)の蒸発熱は −44.0 kJ/mol である。

2)　一酸化炭素と水蒸気から水素を得る反応は，次の熱化学方程式で表される。

$$CO(気) + H_2O(気) = CO_2(気) + H_2(気) + Q\,[kJ]$$

この熱化学方程式における反応熱 Q〔kJ〕の値はいくらか。最も近いものを，[12] の解答群から1つ選びなさい。

[12] の解答群

①　−3.00	②　41.0	③　353
④　397	⑤　525	⑥　569

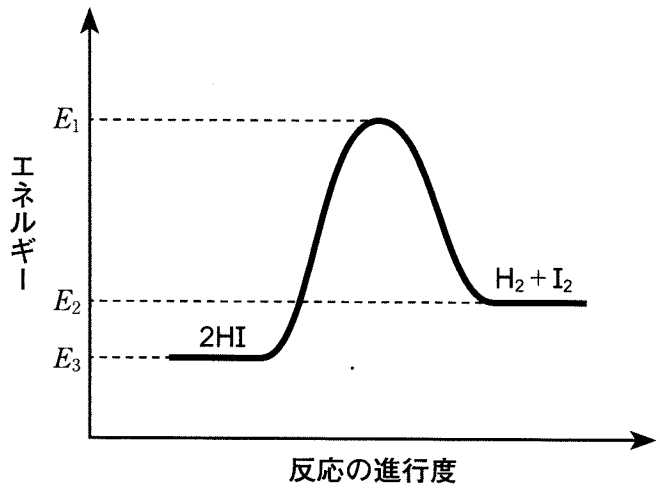
（2） 高温下では，ヨウ化水素は一部が次のように分解して水素とヨウ素を生じる。

$$2HI(気) \rightleftarrows H_2(気) + I_2(気)$$

この反応は可逆反応であり，反応熱を Q とすると，熱化学方程式は，

$2HI(気) = H_2(気) + I_2(気) + Q$〔kJ〕

と表され，そのエネルギーの変化は次のように表される。



1） このヨウ化水素の分解反応における活性化エネルギー E および反応熱 Q の組合せとして正しいものを，［13］の解答群から1つ選びなさい。

［13］の解答群

	活性化エネルギー E	反応熱 Q
①	$E_1 - E_2$	$E_2 - E_3$
②	$E_1 - E_3$	$E_2 - E_3$
③	$E_2 - E_3$	$E_2 - E_3$
④	$E_1 - E_2$	$E_3 - E_2$
⑤	$E_1 - E_3$	$E_3 - E_2$
⑥	$E_2 - E_3$	$E_3 - E_2$

2）　この反応に関する記述として正しいものを，［14］の解答群から１つ選びなさい。

［14］の解答群

① 触媒を加えると，正反応の反応速度は大きくなるが，逆反応の反応速度は小さくなる。

② 触媒を加えると，正反応および逆反応の反応速度はいずれも大きくなる。

③ 温度を下げると，正反応の反応速度は大きくなるが，逆反応の反応速度は小さくなる。

④ 温度を下げると，正反応および逆反応の反応速度はいずれも大きくなる。

⑤ 容器の容積を大きくすると，正反応の反応速度は大きくなる。

⑥ 容器の容積を大きくすると，逆反応の反応速度は大きくなる。

化学の試験問題は次へ続きます。

Ⅳ　無機物質に関する，次の(1)～(4)に答えなさい。

(1)　窒素化合物に関する記述として正しいものを，[15] の解答群から1つ選びなさい。

[15] の解答群

① 塩化アンモニウム NH_4Cl を水に溶かすと塩基性を示す。

② アンモニア NH_3 は肥料の原料として用いられている。

③ 一酸化窒素 NO は水に溶けやすい無色の気体である。

④ 二酸化窒素 NO_2 は水に溶けやすい黄緑色の気体である。

⑤ 硝酸 HNO_3 は工業的にはハーバー・ボッシュ法(ハーバー法)でつくられる。

⑥ 硝酸は揮発性のある液体で，還元性が強い。

(2)　次の金属のうち，濃硝酸に溶解するものはいくつあるか。最も適するものを，[16] の解答群から1つ選びなさい。

亜鉛　アルミニウム　スズ　銅　白金　マグネシウム

[16] の解答群

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6

(3)　炭酸カルシウム $CaCO_3$ に希塩酸を加えると二酸化炭素 CO_2 が発生する。ある量の炭酸カルシウムに 0.200 mol/L の希塩酸 v〔mL〕を加えると，希塩酸中の塩化水素 HCl はすべて反応し，二酸化炭素が標準状態で 448 mL 発生した。v の値はいくらか。最も近いものを，[17] の解答群から1つ選びなさい。ただし，発生した二酸化炭素は水には溶けないものとする。

[17] の解答群

① 50.0　② 100　③ 200

④ 250　⑤ 400　⑥ 500

（4） ハロゲンの単体および化合物に関する記述として正しいものを，［18］の解答群から１つ選びなさい。

［18］の解答群

① フッ素 F_2 は水と激しく反応して酸素が発生する。

② 臭素 Br_2 は常温常圧では赤褐色の固体である。

③ ヨウ素 I_2 は常温常圧では潮解性をもつ固体である。

④ 湿った水酸化カルシウム $Ca(OH)_2$ に塩化水素 HCl を通じると，さらし粉 $CaCl(ClO)\cdot H_2O$ が生成する。

⑤ 塩化カリウム KCl 水溶液にヨウ素 I_2 を加えると，塩素 Cl_2 が発生する。

⑥ ヨウ化銀 AgI は白色の固体であり，水に溶けない。

V　無機物質に関する，次の(1)～(4)に答えなさい。

(1)　以下に示す金属の中で，アルカリ土類金属の元素およびその炎色反応の色の組合せとして最も適するものを，[19] の解答群から1つ選びなさい。

[19] の解答群

	アルカリ土類金属の元素	炎色反応の色
①	カリウム	赤紫色
②	カルシウム	青色
③	ストロンチウム	黄色
④	銅	紅色
⑤	バリウム	黄緑色
⑥	リチウム	青緑色

(2)　炭酸ナトリウム Na_2CO_3 に関する記述として正しいものを，[20] の解答群から1つ選びなさい。

[20] の解答群

① 塩基性塩に分類される。

② 水に溶かすと酸性を示す。

③ その水溶液は石灰水とよばれる。

④ 希塩酸に溶かすと二酸化炭素が発生するが，希硫酸には溶けない。

⑤ 重曹ともよばれ，胃腸薬やベーキングパウダーなどに利用される。

⑥ 工業的にはアンモニアソーダ法によって製造される。

(3)　炭酸ナトリウム十水和物 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ の結晶を乾いた空気中に放置すると，水和水の一部が失われて炭酸ナトリウム n 水和物 $Na_2CO_3 \cdot nH_2O$ となる。いま，炭酸ナトリウム十水和物の結晶 14.3 g を乾いた空気中に放置すると，すべてが炭酸ナトリウム n 水和物へと変化し，その質量は 6.20 g であった。生成する水和物が一種類であるならば，n の値はいくらか。最も近いものを，[21] の解答群から1つ選びなさい。

[21] の解答群

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6

（4） 鉛(Ⅱ)イオンを含む水溶液に加えると黄色沈殿が生じる水溶液として最も適するものを，[22] の解答群から１つ選びなさい。

[22] の解答群

① アンモニア NH_3 水
② 塩化水素 HCl 水溶液(塩酸)
③ クロム酸カリウム K_2CrO_4 水溶液
④ 硝酸 HNO_3
⑤ 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液
⑥ 硫酸 H_2SO_4

Ⅵ　有機化合物と人間生活に関する，次の(1)および(2)に答えなさい。

(1)　医薬品の原料として用いられるサリチル酸は，次の**操作1**，**2**によって合成される。

操作1　ナトリウムフェノキシドに［ア］のもとで［イ］を作用させると，サリチル酸ナトリウムが生成する。

操作2　サリチル酸ナトリウムの水溶液を希硫酸で酸性にすることで，サリチル酸が得られる。

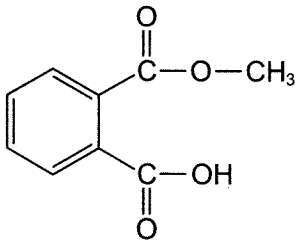
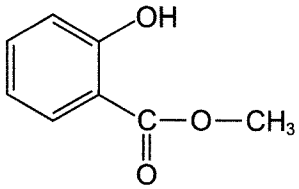
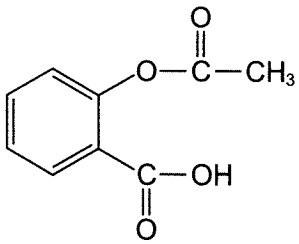
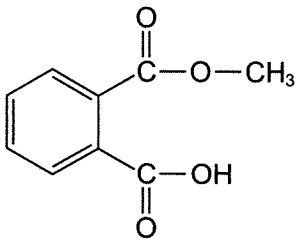
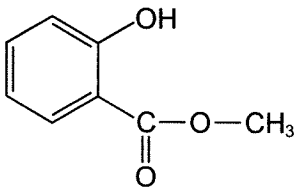
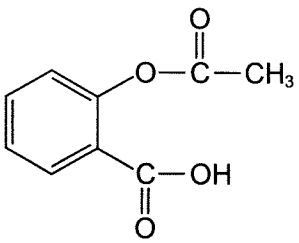
1)　空欄［ア］，［イ］にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを，［23］の解答群から1つ選びなさい。

［23］の解答群

	［ア］	［イ］
①	常温・常圧	酸素
②	常温・常圧	二酸化炭素
③	高温・高圧	酸素
④	高温・高圧	二酸化炭素
⑤	低温・低圧	酸素
⑥	低温・低圧	二酸化炭素

2） サリチル酸と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させてできる有機化合物の名称とその構造式の組合せとして最も適するものを，［24］の解答群から１つ選びなさい。

［24］の解答群

	名称	構造式
①	アセチルサリチル酸	
②	アセチルサリチル酸	
③	アセチルサリチル酸	
④	サリチル酸メチル	
⑤	サリチル酸メチル	
⑥	サリチル酸メチル	

（2） *p*-フェニルアゾフェノール(*p*-ヒドロキシアゾベンゼン)は，次の**操作 1**，**2** によってアニリンから合成される。

操作 1　アニリンを氷冷しながら塩酸と亜硝酸ナトリウムを加えると，塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液が得られる。

操作 2　塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液にナトリウムフェノキシドの水溶液を加えると，*p*-フェニルアゾフェノールが生成する。

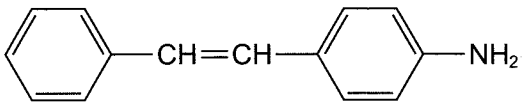
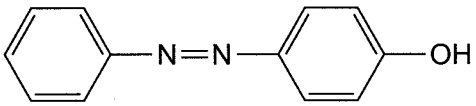
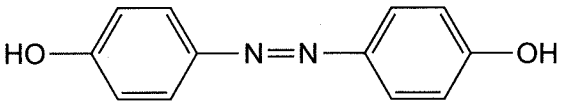
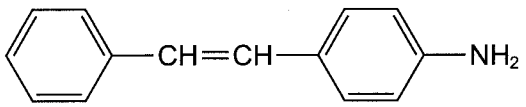
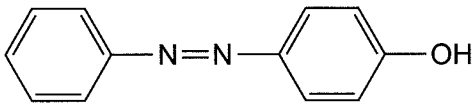
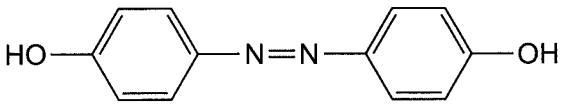
1） **操作 1** において，得られた塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を温めると，塩化ベンゼンジアゾニウムは容易に分解して別の有機化合物に変化する。この有機化合物として最も適するものを，［25］の解答群から 1 つ選びなさい。

［25］の解答群

① 安息香酸　② キシレン　③ クレゾール
④ トルエン　⑤ ニトロベンゼン　⑥ フェノール

2） **操作 2** で起こる反応の名称，および，得られた *p*-フェニルアゾフェノールの構造式の組合せとして最も適するものを，［26］の解答群から 1 つ選びなさい。

［26］の解答群

	反応の名称	構造式
①	カップリング	
②	カップリング	
③	カップリング	
④	ジアゾ化	
⑤	ジアゾ化	
⑥	ジアゾ化	

Ⅶ　合成高分子化合物に関する，次の(1)および(2)に答えなさい。

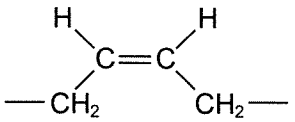
(1)　0.10 mol/L 塩化カリウム KCl 水溶液 10.0 mL を陽イオン交換樹脂に通した後，十分量の純水を流した。得られた流出液すべてを中和するために必要な 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液の体積はいくらか。最も近いものを，[27] の解答群から1つ選びなさい。ただし，塩化カリウムは水溶液中ではすべてイオンになっているものとし，塩化カリウム水溶液を陽イオン交換樹脂に通すことで，カリウムイオン K^+ はすべて水素イオン H^+ に置き換わったものとする。

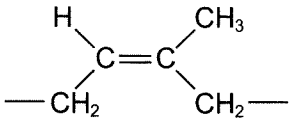
[27] の解答群

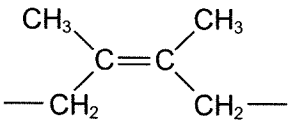
① 5.00 mL　② 10.0 mL　③ 15.0 mL
④ 20.0 mL　⑤ 25.0 mL　⑥ 30.0 mL

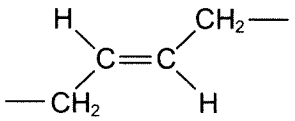
(2)　合成ゴムの1つであるシス形のイソプレンゴムに含まれる，弾性を示す原因となる繰り返し単位の構造式として正しいものを，[28] の解答群から1つ選びなさい。

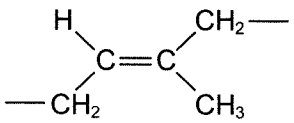
[28] の解答群

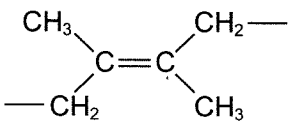
①


②


③


④


⑤


⑥


化学の問題はここまでです。