

試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

①

理 科

〔『物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎』〕 (各科目)
〔『物 理』『化 学』『生 物』『地 学』〕 (100 点)

注 意 事 項

- 1 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ペ ー ジ	選 択 方 法
『物理基礎／化学基礎／ 生物基礎／地学基礎』	4～75 (下記2参照)	左の5科目のうちから、登録した数の科目を選択し、解答しなさい。登録科目数は、受験票に記載されています。 なお、2科目を受験する場合は、第1解答科目、第2解答科目のそれぞれの解答時間(各60分)で1科目ずつ解答しなさい。
『物 理』	76～103	
『化 学』	104～133	
『生 物』	134～165	
『地 学』	166～201	

- 2 『物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎』の出題範囲、ページ及び解答方法は、下表のとおりです。

出 題 範 囲	ペ ー ジ	解 答 方 法
「物理基礎」	4～19	解答時間(60分)で左の4つの出題範囲のうちから <u>2つ</u> を選択し、解答しなさい。出題範囲の解答順及び解答時間の配分は自由です。
「化学基礎」	20～33	
「生物基礎」	34～53	
「地学基礎」	54～75	

- 3 解答用紙の記入・マークについて

- ① 解答用紙に、正しく記入・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。特に、解答用紙第1面の解答科目欄にマークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は、0点となることがあります。
- ② 『物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎』を選択し、解答する場合は、解答用紙第1面の解答科目欄がマークされていても、解答用紙第2面の出題範囲欄にマークされていない場合又は一つの出題範囲欄で複数にマークされている場合は、その出題範囲は0点となります。

注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

4 解答方法について

- ① 『物理』『化学』『生物』『地学』を選択し、解答する場合は、解答用紙第1面の解答番号1から始まる解答欄にマークしなさい。
- ② 『物理基礎/化学基礎/生物基礎/地学基礎』を選択し、解答する場合は、解答用紙第2面の解答番号101から始まる解答欄にマークしなさい。第1面の解答欄は空欄になります。
- ③ 解答欄のマークは、例えば、

10

と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号10の解答欄の③にマークしなさい。

(例)

解答番号	解 答 欄
1 0	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ a b

- 5 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 6 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
- 7 2科目受験者の試験の進行方法について(2科目受験者のみ確認)
 - ① この試験は、前半と後半に分けて実施し、解答用紙を1枚ずつ配付します。
 - ② 前半に解答する科目を「第1解答科目」、後半に解答する科目を「第2解答科目」として取り扱います。解答する科目及び順序は、志望する大学の指定に基づき、各自で決めなさい。
 - ③ 第1解答科目、第2解答科目ともに解答時間は60分です。60分で1科目だけを解答しなさい。
 - ④ 第1解答科目の後に、答案を回収する時間などを設けてありますが、休憩時間ではありませんので、トイレ等で一時退室することはできません。

注) 進行方法が分からない場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

化 学 基 礎

(解答番号 101 ~ 116)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	C	12	N	14	O	16
Si	28	P	31	Ca	40	Fe	56

第1問 次の問い(問1～10)に答えよ。(配点 30)

問1 電子配置が Al^{3+} と異なるものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 101

- ① Na^+ ② O^{2-} ③ F^- ④ Ar

問2 同位体に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 102

- ① 互いに同位体である原子では、原子核を構成する陽子の数は異なるが、中性子の数は同じである。
- ② 同位体どうしの化学的な性質はほぼ同じである。
- ③ 同位体には、原子核が不安定で、放射線を放出して別の元素の原子に変わるものがある。
- ④ 炭素の同位体である ^{14}C は、遺跡の年代測定に利用されている。

問 3 ケイ素原子が 99 個に対して鉄原子が 1 個の割合で含まれている試料について考える。この試料の鉄の含有率(質量パーセント)は何%か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、試料にはケイ素と鉄以外の元素は含まれていないものとする。 103 %

① 0.50

② 1.0

③ 2.0

④ 4.0

問 4 下線を付した原子の酸化数が、二酸化硫黄 SO_2 の硫黄原子の酸化数と同じものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 104

① $\text{Na}_2\text{C}\underline{\text{O}}_3$ ② $\text{Na}\text{N}\underline{\text{O}}_3$ ③ $\text{Na}_2\text{S}\underline{\text{O}}_4$ ④ $\text{Na}\text{C}\underline{\text{I}}$

出題範囲：化学基礎

問 5 物質 A～C は、塩化ナトリウム、ショ糖(スクロース)、硫酸バリウムのいずれかである。物質 A～C について次の実験Ⅰ・Ⅱを行った。実験の結果から考えられる物質 A～C の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。

105

実験Ⅰ 同じ質量の物質 A～C を別々のビーカーに入れ、それぞれのビーカーに同じ量の純水を加えてよくかき混ぜたところ、物質 A はほとんど溶けなかったが、物質 B と C は完全に溶けた。

実験Ⅱ 物質 B と C の水溶液の電気伝導性を調べたところ、物質 B の水溶液は電気をほとんど通さなかったが、物質 C の水溶液は電気をよく通した。

	物質 A	物質 B	物質 C
①	塩化ナトリウム	ショ糖	硫酸バリウム
②	塩化ナトリウム	硫酸バリウム	ショ糖
③	ショ糖	塩化ナトリウム	硫酸バリウム
④	ショ糖	硫酸バリウム	塩化ナトリウム
⑤	硫酸バリウム	塩化ナトリウム	ショ糖
⑥	硫酸バリウム	ショ糖	塩化ナトリウム

問 6 図 1 に水 H_2O 、二酸化炭素 CO_2 、アンモニア NH_3 の分子の形の模式図を示す。分子全体としての極性の有無の組合せとして正しいものはどれか。最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、○は極性があることを、×は極性がないことを示す。

106

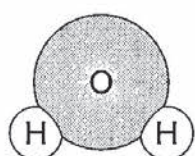
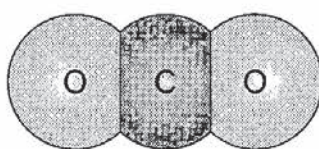
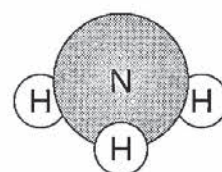
水 H_2O 二酸化炭素 CO_2 アンモニア NH_3

図 1 分子の形の模式図

	水	二酸化炭素	アンモニア
①	○	○	○
②	○	○	×
③	○	×	○
④	○	×	×
⑤	×	○	○
⑥	×	○	×
⑦	×	×	○
⑧	×	×	×

出題範囲：化学基礎

問 7 硝酸カリウム KNO_3 の水に対する溶解度は、図 2 に示すように温度による変化が大きい。200 g の水に 100 g の KNO_3 を溶かした 40 °C の水溶液がある。この水溶液を 20 °C に冷却したとき、析出する KNO_3 の質量は何 g か。最も適当な数値を、後の①～④のうちから一つ選べ。 107 g

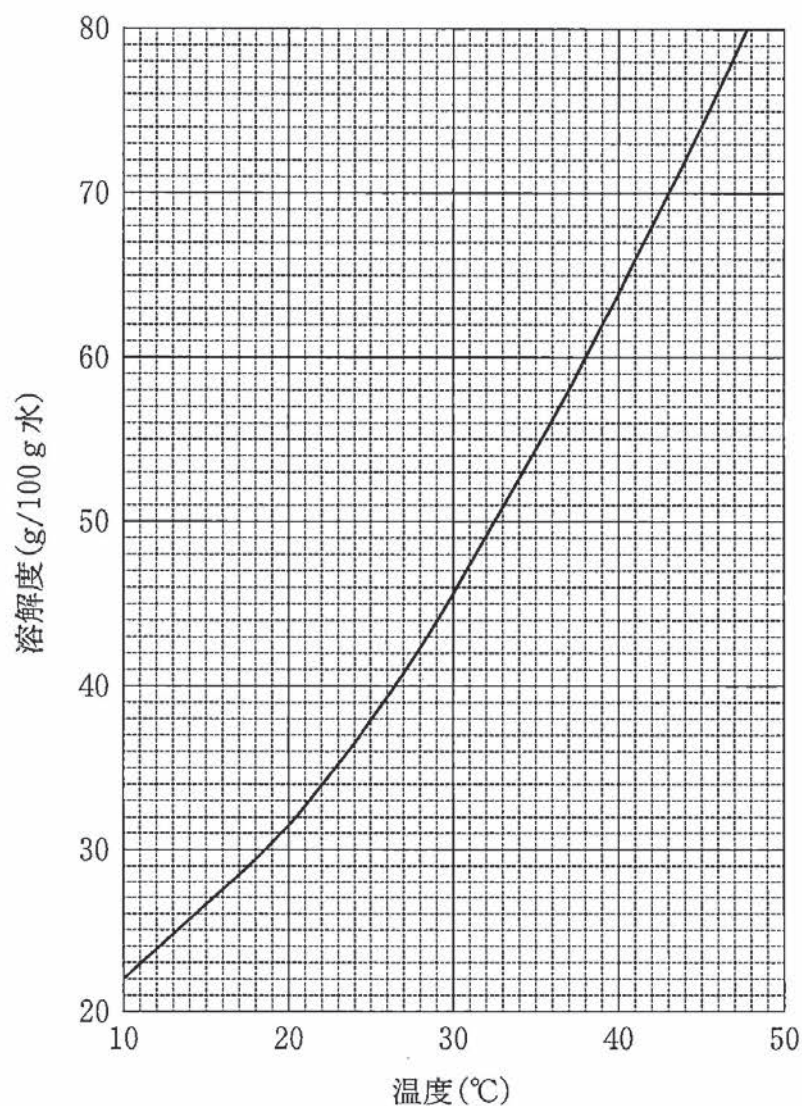


図 2 KNO_3 の水に対する溶解度曲線

- ① 32 ② 37 ③ 65 ④ 68

問 8 図 3 に示される食塩水から水を蒸留するための実験器具とその操作に関する記述として、誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

108

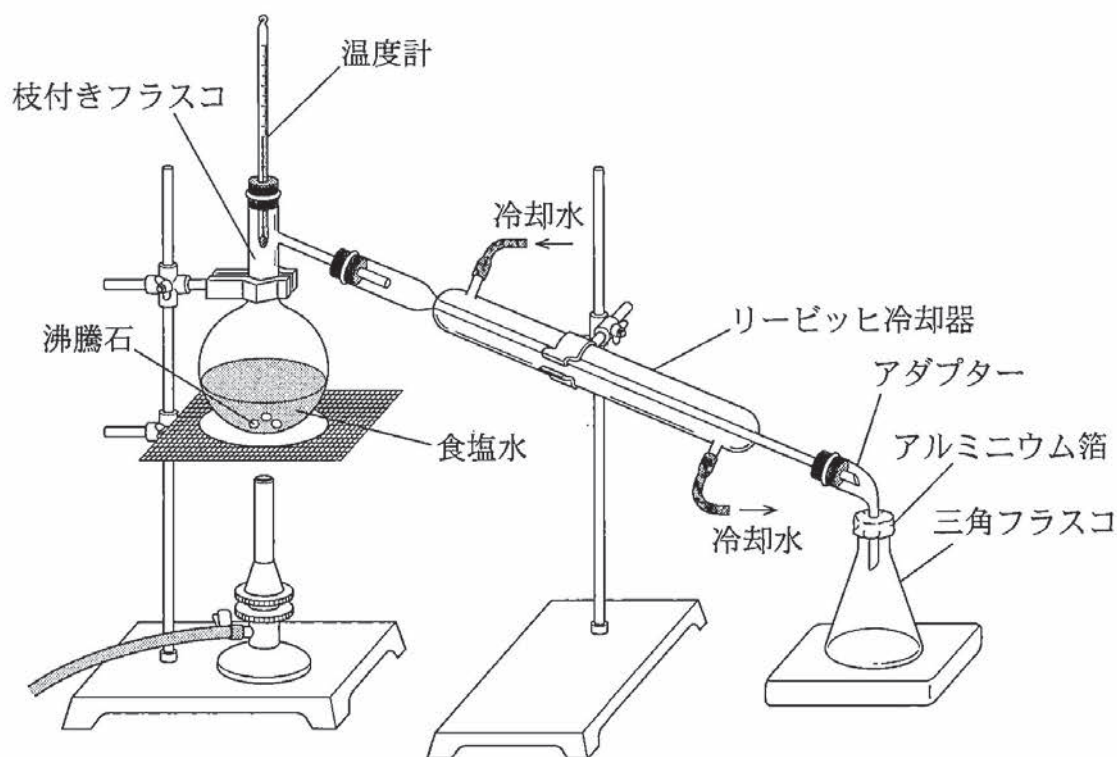


図 3 蒸留に使用する実験器具

- ① 枝付きフラスコに入れる食塩水はフラスコの容量の半分以下にする。
- ② 枝付きフラスコには沸騰石を入れる。
- ③ リービッヒ冷却器の冷却水は上部から下部に流れるようにする。
- ④ 三角フラスコとアダプターの間をアルミニウム箔で覆うが密閉^{おお}はしない。

出題範囲：化学基礎

問 9 濃度が 0.050 mol/L である 1 価の弱酸の水溶液がある。この水溶液の 25°C における pH の値が 3.0 であった。このとき、この弱酸の電離度はいくらか。
最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

109

- ① 0.01 ② 0.02 ③ 0.08 ④ 0.1 ⑤ 0.2

問10 濃度がわからない塩酸があり，この塩酸の濃度 c の大まかな値を求めるため，炭酸カルシウム CaCO_3 (式量 100) を用いた以下の実験を行った。この塩酸を 0.10 L はかりとって， CaCO_3 を 0.20 g ずつ加えていき，その^{たび}ごとに気体の発生の有無と CaCO_3 の変化の様子を調べ，表 1 に示す結果を得た。なお，塩酸に CaCO_3 を加えるこの実験では次の式(1)に従って反応が起こる。

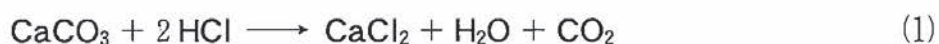


表 1 実験結果のまとめ

0.20 g の CaCO_3 を加えた回数	加えた CaCO_3 の質量の合計 (g)	気体の発生の有無	加えた CaCO_3 の変化の様子
1	0.20	有	すべて溶けた
2	0.40	有	すべて溶けた
3	0.60	有	溶け残った
4	0.80	無	溶けなかった

この実験に用いた塩酸の濃度 c がとりうる範囲として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，発生する気体の水溶液への溶解は無視できるものとする。

110

- ① $c < 0.0040 \text{ mol/L}$
- ② $0.0040 \text{ mol/L} < c < 0.0060 \text{ mol/L}$
- ③ $0.0080 \text{ mol/L} < c < 0.012 \text{ mol/L}$
- ④ $0.040 \text{ mol/L} < c < 0.060 \text{ mol/L}$
- ⑤ $0.080 \text{ mol/L} < c < 0.12 \text{ mol/L}$
- ⑥ $0.12 \text{ mol/L} < c$

第2問 農業に不可欠な肥料の中には、鉱物資源などを原料としてつくられているものが多くある(図1)。肥料として利用される物質に関する後の問い(問1～3)に答えよ。(配点 20)

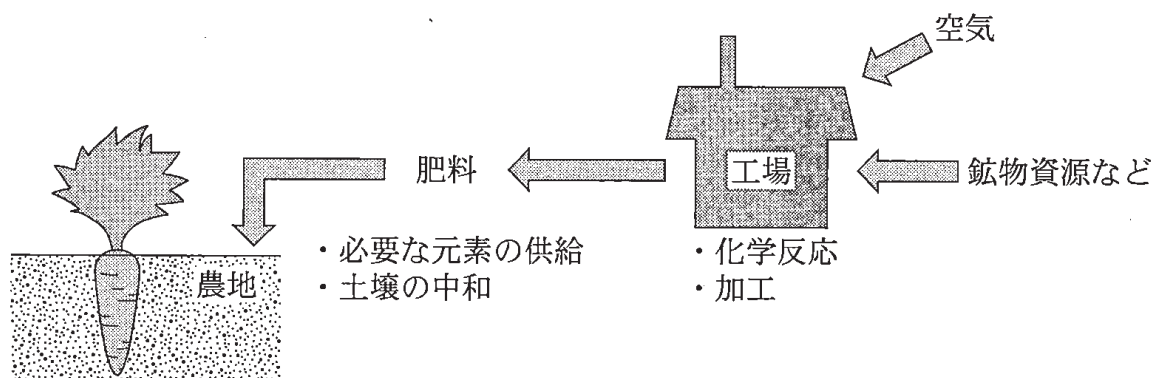


図1 鉱物資源などを原料とする肥料の利用

問 1 炭酸カルシウムと炭酸マグネシウムを主成分とする苦土石灰は、作物成長に必要な^(a)カルシウムとマグネシウムを土壤に供給する。また、農地の土壤が酸性に偏りすぎるとうまく育たない作物があるため、土壤中の^(b)酸を中和する塩基として pH 調整剤にも活用されている。下線部(a)と(b)に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a カルシウム Ca とマグネシウム Mg に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 111

- ① Ca と Mg はいずれも 2 価の陽イオンになりやすい。
- ② Ca と Mg はいずれもアルカリ金属元素である。
- ③ イオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)は Mg よりも Ca の方が小さい。
- ④ イオン化傾向は Mg よりも Ca の方が大きい。

b 強酸，弱酸，強塩基，弱塩基の正しい組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 112

	強 酸	弱 酸	強塩基	弱塩基
①	CH ₃ COOH	HNO ₃	NH ₃	KOH
②	CH ₃ COOH	HNO ₃	KOH	NH ₃
③	HNO ₃	CH ₃ COOH	NH ₃	KOH
④	HNO ₃	CH ₃ COOH	KOH	NH ₃

出題範囲：化学基礎

問 2 窒素 N，リン P，カリウム K の 3 元素は肥料の三要素とよばれる。これらの元素を含む物質を組み合わせ、肥料の成分調整が行われる。これに関連して、次の問い (a・b) に答えよ。

- a リン酸水素二アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (式量 132) は、窒素とリンをともに含む肥料の原料である。 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ は加熱されると、式(1)に示す反応によってアンモニア NH_3 を放出しながらリン酸二水素アンモニウム $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ (式量 115) に変化する。



そのため、肥料の加工や乾燥の工程で、肥料に含まれる窒素やリンの含有率が変動することがある。

$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ と $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ からなる混合物において、 $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ の質量の割合が増えると、窒素 N とリン P のそれぞれの含有率(質量パーセント)はどのように変わるか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 113

	N の含有率	P の含有率
①	変化なし	変化なし
②	変化なし	増加
③	変化なし	減少
④	増加	変化なし
⑤	増加	増加
⑥	増加	減少
⑦	減少	変化なし
⑧	減少	増加
⑨	減少	減少

- b 塩化カリウム KCl はカリウム肥料としてよく使われる物質である。白色粉末の KCl と他の白色粉末の物質を区別するために、それぞれの水溶液を用いた実験を行う。 KCl と区別したい物質と実験操作の組合せのうち、2種類の物質を区別できないものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

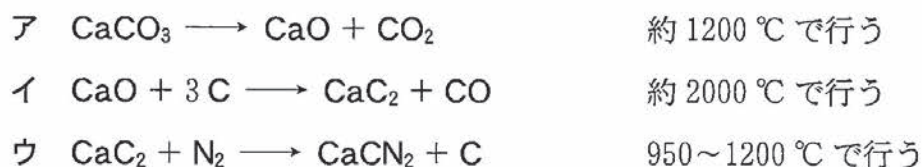
114

	KCl と区別したい物質	実験操作
①	塩化アンモニウム NH_4Cl	フェノールフタレイン溶液を加える
②	塩化ナトリウム NaCl	炎色反応を観察する
③	硝酸カリウム KNO_3	硝酸銀水溶液を加える
④	ヨウ化カリウム KI	硫酸酸性の過酸化水素水を加える

出題範囲：化学基礎

問 3 石灰窒素法は、大気中の窒素 N_2 から窒素肥料を製造する方法の一つである。この方法で合成されるカルシウムシアナミド CaCN_2 は、水と反応するとアンモニア NH_3 などの窒素化合物を生成し、窒素肥料となる。 CaCN_2 に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 石灰窒素法では、次に示す一連の反応ア～ウによって CaCN_2 を合成する。これらの反応では、石灰石 CaCO_3 から得られた酸化カルシウム CaO を、炭素 C を主成分とするコークスを用いて炭化カルシウム CaC_2 にしたのち、窒素 N_2 と反応させて CaCN_2 としている。



反応ア～ウのうち、酸化還元反応はどれか。すべてを正しく選択しているものとして最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

115

- | | | | |
|--------|--------|-----------|--------|
| ① ア | ② イ | ③ ウ | ④ ア, イ |
| ⑤ ア, ウ | ⑥ イ, ウ | ⑦ ア, イ, ウ | |

- b 市販の石灰窒素は、肥料の有効成分である CaCN_2 (式量 80) の他にいくつかの物質を含んだ混合物である。窒素を含む成分が CaCN_2 のみである石灰窒素 X について、窒素の量を測定する装置を用いて CaCN_2 の含有率を求める。この装置の検出器は、図 2 に示すように、試料中の窒素 N (原子量 14) の質量に比例した強さの信号を出力する。

石灰窒素 X の試料 0.100 g をこの装置で分析したところ、信号の強さは 210 であった。この石灰窒素 X における CaCN_2 の含有率(質量パーセント)は何%か。最も適当な数値を、後の①～④のうちから一つ選べ。 116 %

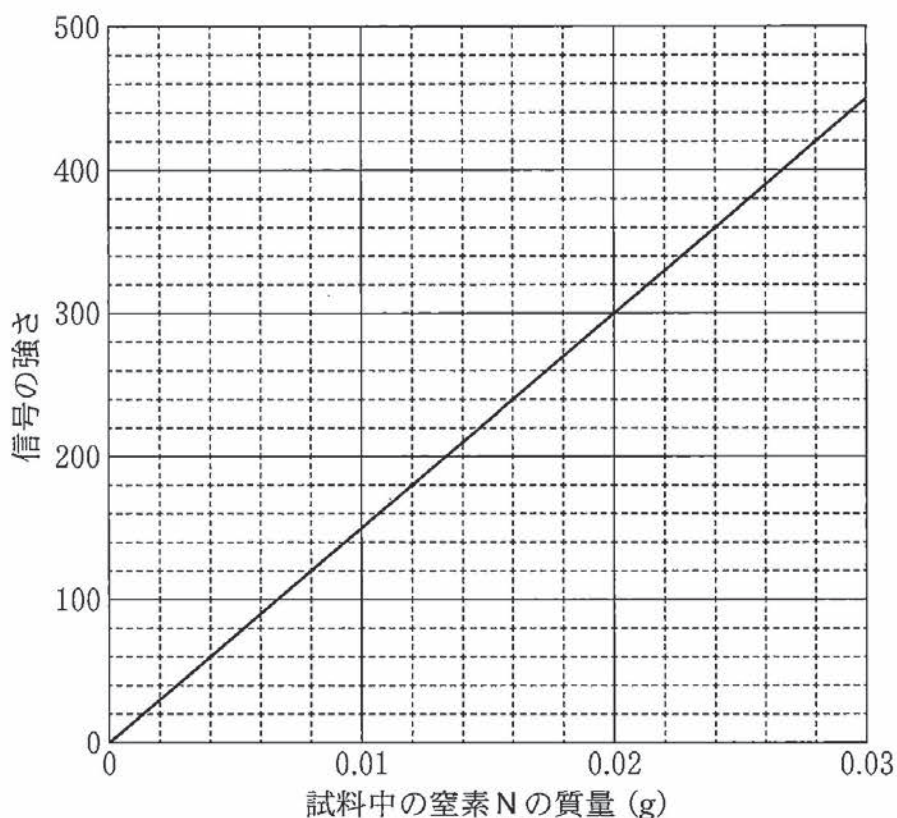


図 2 窒素の量を測定する装置における試料中の窒素 N の質量と信号の強さの関係

- ① 14 ② 35 ③ 40 ④ 80