



# 理 科 問 題 紙

工学部

2025 年 2 月 11 日

11 : 50 ~ 12 : 50 (60分)

## 注 意 事 項

— 注意事項は裏表紙にもある。問題紙を裏返して必ず読むこと。 —

1. 理科の問題紙は全16ページである。解答は,  ,  ,  ,  ,  ,  の6問から任意の2問を選んでおこなうこと。
2. 解答用紙は問題紙の中に折り込まれている。その他に計算用紙が1枚入っている。
3. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に記入すること。
4. 選択した問題番号を解答用紙上部の「選択した問題番号」欄に記入すること。  
ここに書かれた問題番号に対応する解答のみ採点されるので注意すること。
5. 試験開始の合図があるまで問題紙を開いてはいけない。
6. 試験終了まで退室してはいけない。
7. 受験番号の記入については裏表紙を参照すること。

I. 図 1 - a のように、水平な粗い床の上に質量  $M$  の板 A が置いてある。板 A に右向きに大きさ  $F$  の力を加え、その大きさを徐々に大きくしていったところ、 $F = F_1$  のときにはまだ板 A は動かなかった。その後、 $F$  をさらに大きくしていくと、ある値  $F = F_2$  を超えたときに板 A は滑り出した。板 A と床との間の静止摩擦係数を  $\mu_1$ 、動摩擦係数を  $\mu_2$ 、重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の問いに答えよ。

(1)  $F = F_1$  のときに板 A にはたらく摩擦力の大きさを求めよ。

(2)  $F_2$  を求めよ。

あらためて板 A を静止させ、一定の大きさ  $F_3 (> F_2)$  の力を加え続けると、板 A は初めから滑り出した。

(3) 板 A の加速度の大きさを求めよ。

(4) 滑り始めてから時間  $t$  の間に板 A が移動した距離を求めよ。

II. 次に、図 1 - b のように、水平な粗い床の上に置いてある質量  $M$  の板 A の上に、質量  $m$  の物体 B がさらに乗っている状況を考える。初め板 A も物体 B も静止しているときに、図 1 - b のように板 A に右向きに一定の大きさ  $F_4$  の力を加え続けると、板 A は床の上を滑り出したが、物体 B は板 A に対しては滑らずに板 A とともに運動を始めた。板 A と床との間の摩擦係数は上記 I と同じとし、物体 B と板 A との間の静止摩擦係数を  $\mu_3$  として、以下の問いに答えよ。

(5) 物体 B にはたらく摩擦力の向きを次のうちから選び、記号で答えよ。

{イ. 左向き,   ロ. 右向き}

(6) 板 A が床から受ける垂直抗力の大きさを  $M, m, g$  で表せ。

(7) 板 A が床の上を滑り出すために  $F_4$  が満たすべき条件を、 $F_4, M, m, g, \mu_1$  で表せ。

(8) 板 A と物体 B の加速度の大きさを  $F_4, M, m, g, \mu_2$  で表せ。

(9) 物体 B と板 A との間の摩擦力の大きさを  $F_4, M, m, g, \mu_2$  で表せ。

(10) 物体 B が板 A に対して滑らない場合の  $F_4$  の最大値を  $M, m, g, \mu_2, \mu_3$  で表せ。

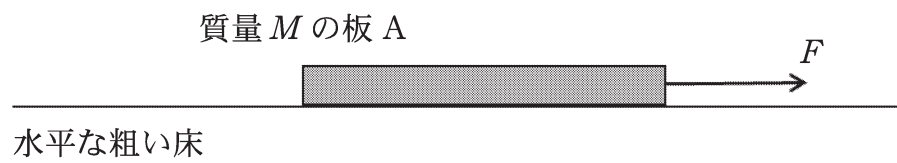


図 1 - a

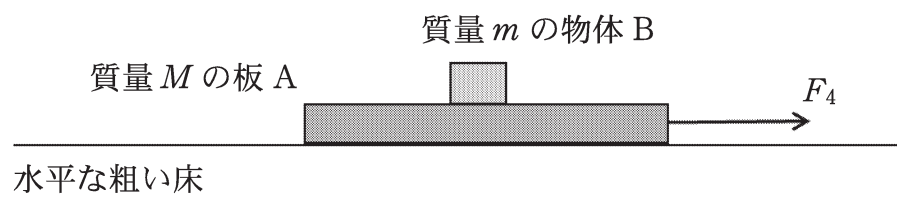


図 1 - b

図2に示すように  $xy$  平面上に距離が  $2a$  だけ離れた点 A, B に電気量  $Q (> 0)$  の点電荷を固定した。点 A, B は  $x$  軸上にあり, その中点を原点 O とし, クーロンの法則の比例定数を  $k$  とするとき, 以下の問いに答えよ。

- (1) 点 A, B の点電荷間にはたらく静電気力の大きさを求めよ。また, 点 A の点電荷にはたらく静電気力の向きとして最も適切なものを図2の ① ~ ⑧ から1つ選べ。
- (2)  $y$  軸上の点 C  $(0, a)$  の位置に点 A の点電荷がつくる電場の強さを求め, その電場の向きとして最も適切なものを図2の ① ~ ⑧ から1つ選べ。
- (3) 点 A, B の2つの点電荷により点 C にできる電場の強さを求め, その電場の向きとして最も適切なものを図2の ① ~ ⑧ から1つ選べ。
- (4) 点 C および原点 O の電位を, 無限遠を基準としてそれぞれ求めよ。
- (5) 電気量  $q (> 0)$  を持つ点電荷を点 C から原点 O までゆっくり移動させるのに必要な仕事を求めよ。
- (6) この電気量  $q$  の点電荷を原点 O に固定した。点 A, B の点電荷がつくる電場により, この原点 O の点電荷にはたらく静電気力の大きさを求めよ。
- (7) この原点 O に固定した点電荷を電気量  $q'$  の点電荷に置き換えると, 点 C の電場の強さがゼロとなった。この電気量  $q'$  を  $Q$  で表せ。また, この電気量  $q'$  の点電荷が点 C につくる電場の向きとして最も適切なものを図2の ① ~ ⑧ から1つ選べ。

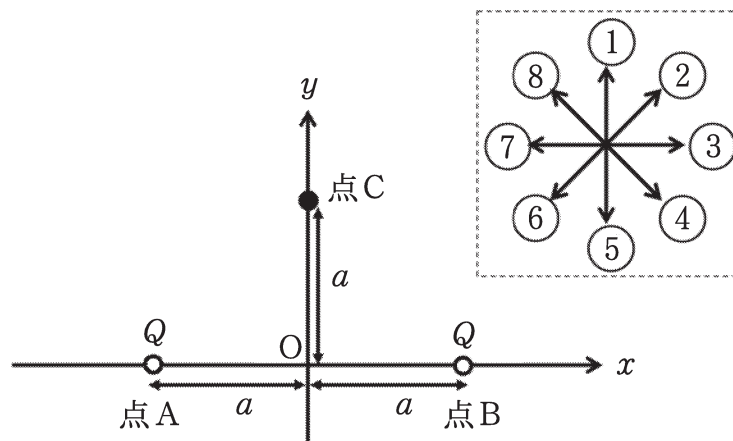


图 2

## (化学基礎)

次の各設問に答えよ。

1. 次の(1)～(4)の各設問に記号で答えよ。

(1) 次の a ～ e の 2 つの元素の組み合わせのうち、2 つの元素が同族元素であるものを記号で答えよ。

a. N と P    b. N と S    c. P と O    d. Si と O    e. B と S

(2) 次の a ～ e の分子のうち、分子内の結合に使われている電子の総数をもっとも多いものを記号で答えよ。

a. 水    b. 酸素    c. メタン    d. 硫化水素    e. アンモニア

(3) 二つの同じ原子 X からなる分子  $X_2$  の電子式を図 1 に示した。 $X_2$  としてもっとも適当なものを、次の a ～ e のうちから記号で答えよ。



図 1

a.  $H_2$     b.  $N_2$     c.  $O_2$     d.  $F_2$     e.  $Cl_2$

(4) 次の a ～ e の分子のうち、分子内の結合には極性があるが、分子全体として極性がないものを記号で答えよ。

a. 水素    b. 塩化水素    c. 水    d. アンモニア    e. メタン

2. 次の(1)～(3)の物質をそれぞれ組成式で答えよ。

(1) 硫酸アルミニウム    (2) リン酸カルシウム    (3) 塩化アンモニウム

3. 質量パーセント濃度 60.0 %, 密度  $1.36 \text{ g/cm}^3$  の濃硝酸がある。次の(1)～(4)の各設問に答えよ。ただし、原子量は  $H = 1.01$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$  とし、計算結果はいずれも有効数字 3 桁で答えよ。

(1) この濃硝酸 200 mL の質量は何 g か答えよ。

(2) この濃硝酸 250 mL 中には、硝酸  $HNO_3$  が何 g 含まれているか答えよ。

(3) この濃硝酸のモル濃度は何 mol/L か答えよ。

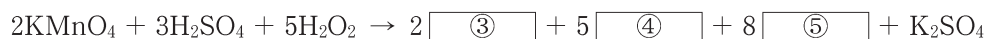
(4) この濃硝酸を用いて、2.00 mol/L の希硝酸 500 mL を過不足なく調製するためには、この濃硝酸は何 mL 必要か答えよ。

4. 次の文章を読み、(1) および (2) の各設問に答えよ。

過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  は、反応する相手の物質によって、酸化剤としてはたったり、還元剤としてはたったりする。硫酸酸性の  $\text{H}_2\text{O}_2$  水にヨウ化カリウム  $\text{KI}$  水溶液を加えた場合、 $\text{H}_2\text{O}_2$  は [ a ] 剤、 $\text{KI}$  は [ b ] 剤としてはたらく。この硫酸酸性水溶液中における  $\text{H}_2\text{O}_2$  と  $\text{KI}$  の反応は次の反応式で表される。



一方、硫酸酸性水溶液中における過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  と  $\text{H}_2\text{O}_2$  の反応では、 $\text{H}_2\text{O}_2$  は [ c ] 剤、 $\text{KMnO}_4$  は [ d ] 剤としてはたらく。この硫酸酸性水溶液中における  $\text{KMnO}_4$  と  $\text{H}_2\text{O}_2$  の反応は次の反応式で表される。



(1)  $\boxed{\text{①}}$  ～  $\boxed{\text{⑤}}$  の空欄にあてはまる適切な物質の化学式をそれぞれ答えよ。

(2) [ a ] ～ [ d ] の空欄にあてはまる適切な語句をそれぞれ答えよ。

次の各設問に答えよ。

1. 次の①～⑥の文中の〔 a 〕～〔 j 〕の空欄にあてはまる適切な数値をそれぞれ答えよ。

- ① アルミニウムは周期表の第〔 a 〕周期, 〔 b 〕族に位置する元素である。
- ② 亜鉛は周期表の第〔 c 〕周期, 〔 d 〕族に位置する原子番号 30 の元素であり, 亜鉛の原子は価電子を〔 e 〕個もっている。
- ③ 鉄は周期表の第〔 f 〕周期, 〔 g 〕族に位置する原子番号 26 の元素である。
- ④ スズと鉛は, ともに周期表の〔 h 〕族に属する元素である。
- ⑤ 銅と銀は, ともに周期表の〔 i 〕族に属する元素である。
- ⑥ ヘリウムとネオンは, ともに周期表の〔 j 〕族に属する元素である。

2. 硝酸カリウム  $\text{KNO}_3$  の水に対する溶解度は,  $20^\circ\text{C}$  では  $31.6 \text{ g}/100 \text{ g}$  水,  $60^\circ\text{C}$  では  $109 \text{ g}/100 \text{ g}$  水である。

$\text{KNO}_3$  の水溶液について, 次の (1)～(5) の各設問に答えよ。ただし, 計算結果はいずれも有効数字 3 桁で答えよ。

- (1)  $20^\circ\text{C}$  における  $\text{KNO}_3$  の飽和溶液の質量パーセント濃度は何%か答えよ。
- (2)  $60^\circ\text{C}$  における  $\text{KNO}_3$  の飽和溶液の質量パーセント濃度は何%か答えよ。
- (3)  $60^\circ\text{C}$  で質量パーセント濃度が 40.0% の  $\text{KNO}_3$  水溶液 100 g を  $20^\circ\text{C}$  に冷却すると,  $\text{KNO}_3$  の結晶は何 g 析出するか答えよ。
- (4)  $60^\circ\text{C}$  の  $\text{KNO}_3$  の飽和溶液 100 g を  $20^\circ\text{C}$  に冷却すると,  $\text{KNO}_3$  の結晶は何 g 析出するか答えよ。
- (5)  $60^\circ\text{C}$  の  $\text{KNO}_3$  の飽和溶液を  $20^\circ\text{C}$  に冷却すると,  $\text{KNO}_3$  の結晶が 50.0 g 析出した。最初の  $60^\circ\text{C}$  の  $\text{KNO}_3$  の飽和溶液は何 g か答えよ。

3. 次の (1)～(5) の有機化合物をそれぞれ構造式で答えよ。

- (1) メタノール
- (2) ホルムアルデヒド
- (3) ギ酸
- (4) フマル酸
- (5) マレイン酸

(こ の ペ ー ジ は 白 紙 で す )

次の文章を読み、下記の設問（問1～6）に答えよ。

札幌市は、山地、丘陵、河川および市街地の緑地などの緑が豊かな大都市である。とくに円山や藻岩山、野幌森林公園等には、ミズナラやカエデ類などの冬季に落葉する温帯性の（ア）に、トドマツやエゾマツなど亜寒帯性の常緑（イ）が混ざった天然の混交林がまとまった面積で残されている。このように、北海道には、本州中部から東北地方、北海道南部の低地に至る冷温帯に発達するバイオーム<sup>1</sup>から、北海道東部の亜寒帯を構成するバイオーム<sup>2</sup>へと緩やかに変化する移行帯がみられる。日本の気温と降水量の条件では、人間の活動が無ければ高山など一部の場所を除くと、どこでも森林のバイオームとなる。

バイオームを構成する生物集団とそれらを取り巻く非生物的環境とを合わせて、その関係性を踏まえて1つのまとまりとしてとらえたものが生態系であり、森林の生態系には複雑な食物網<sup>3</sup>が成り立つ。その食物網を支えるのは、光エネルギーを用いて無機物から有機物をつくり出す光合成<sup>4</sup>を行うことができる（ウ）者である。（エ）者は、他の生物を食べることで（ウ）者がつくり出した有機物を取り込んで栄養源にする。（ウ）者がつくり出した有機物は、最終的には（オ）者によって無機物にされる。生態系における生物どうしの関わりは複雑であり、個体数などは、ある範囲内で変動しながらもバランスが保たれている。

現在、人間の活動によって、世界各地で生態系のバランスが崩れている。たとえば、人間により本来の生息場所から別の場所に移され、そこで定着した生物<sup>5</sup>が移入先で分布を広げ、生態系をかく乱して大きな影響を与えることがある。

問1 本文中の空欄（ア）～（オ）にあてはまる最も適切な語句を次の語群から1つずつ選び、解答欄に記入せよ。ただし、それぞれの語句は一度しか使わないものとする。

<語群>

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 硬葉樹 | 照葉樹 | 広葉樹 | 針葉樹 |
| 合成  | 分解  | 生産  | 消費  |

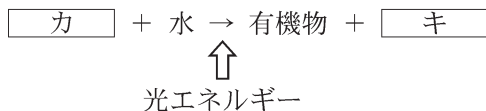
問2 下線部1と2のバイオームの名称をそれぞれ漢字4文字で答えよ。

問3 下線部3について、正しい説明を次の①～⑤から1つ選び、番号を答えよ。

- ① 食物網とは、生物どうしの捕食（食べる）・被食（食べられる）の関係が一連の鎖のようにつながっていることをいう。
- ② 一般的に栄養段階が高次の生物ほど生物量が多い。
- ③ 一般に、種の多様性が高くなるほど食物網は複雑になり、1つの種の急激な増減が他の種に及ぼす影響が大きくなる。
- ④ 世界の森林の中でもとくに熱帯多雨林は森林伐採等により面積が大きく減少しており、食物網を構成する種の多様性が喪失している。
- ⑤ 食物網は陸上の生態系でのみ形成され、水界の生態系には存在しない。

問4 下線部4の反応について、その過程をまとめると、以下のように表すことができる。空欄  力

および  キ  に当てはまる物質名を、それぞれ漢字で答えよ。



問5 真核生物において、下線部4の反応がおこる細胞小器官の名称を答えよ。

問6 下線部5に関する記述(1)～(4)について文中の下線部が正しいものには○、間違っているものには×を解答欄に記入し、間違っているものについては、間違っている理由を、(例)にならって説明せよ。

(例) 日本では、外来生物の飼育や運搬を規制する法律がない。

× 日本では、外来生物法によって、飼育や運搬を規制する特定外来生物を指定しているから。

- (1) 外来生物の中には、動物も植物も含まれる。
- (2) 人間の活動によって、本来生息していなかった場所に他の地域から持ち込まれた外来生物に対して、もともと生息していた生物は在来生物（在来種）とよばれる。
- (3) 本来、日本に分布していなかった熱帯域に生息するチョウの一種が、近年の平均気温や冬季の最低気温の上昇に伴い、日本でも生息が確認されるようになった。この分布拡大は人為的な移入ではないことから、このチョウは外来生物ではない。
- (4) 海外からの物資の輸送に伴って日本に侵入し、全国各地の港湾施設などで多く発見されている南米原産のヒアリは、毒針を持ち、刺されると激しい痛みを引き起こす。ヒアリは意図的に日本に持ち込まれたものではないため、外来生物には当てはまらない。

以下の文章を読み、下記の設問（問1～3）に答えよ。

すべての細胞は細胞膜と細胞質基質を持っている。細胞膜はリン脂質の二重層が主成分である。イオンはリン脂質の二重層を透過しにくい<sup>1</sup>が、リン脂質の二重層を貫通したタンパク質によって選択的に透過される。特定のイオンを選択的に透過させる性質を利用して、情報を伝達しているのが神経系である。神経系では、図1に示したニューロンとも呼ばれる神経細胞によって情報が伝えられる。

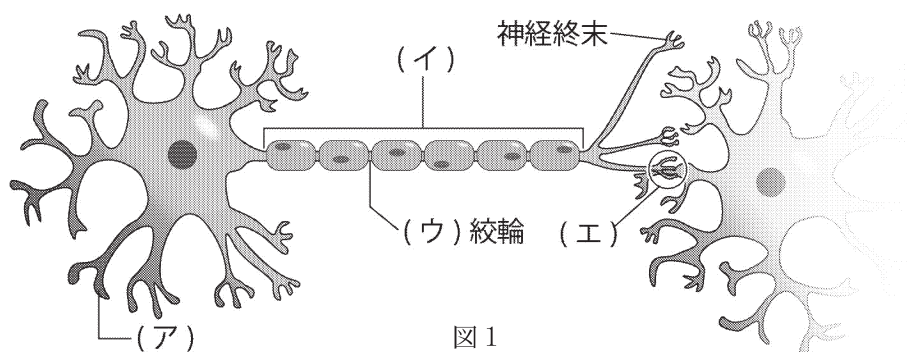


図1

神経細胞は他の細胞とは異なり、(ア)や(イ)という突起がみられる。また、(イ)は神経繊維とも呼ばれる。脊椎動物の多くの神経細胞では、髄鞘と呼ばれる構造がみられる。髄鞘がとぎれている部分を(ウ)絞輪という。神経細胞は神経終末の(エ)を介して他の神経細胞や効果器の細胞と接続している。この(エ)では、神経伝達物質によって(エ)前細胞から(エ)後細胞に情報が伝えられる。神経伝達物質は神経終末に存在する(エ)小胞に蓄えられている。神経細胞が刺激を受けると細胞膜内外の電位差、すなわち膜電位に変化が生じる。図2に示したように、膜電位が負から正に逆転して元に戻る変化が発生することを興奮という。発生した興奮は(イ)上を伝わり、神経終末まで伝わると電位依存性の(オ)チャンネルが開き、(オ)が神経終末内に流入することで(エ)小胞が細胞膜と融合して、小胞内の神経伝達物質が細胞外へと放出される。放出された神経伝達物質により、(エ)後細胞の伝達物質依存性のイオンチャンネルが開くことで、(エ)後細胞への興奮の伝達が引き起こされる。神経伝達物質によっては(カ)を透過させるチャンネルを開くものもある。この場合、(エ)後細胞では大きな電位の変化が生じにくくなる。

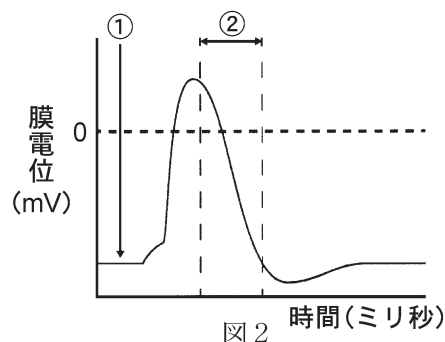


図2

脊椎動物では、これら神経細胞が集まり、働きによって図3のように分類される神経系が作られる。

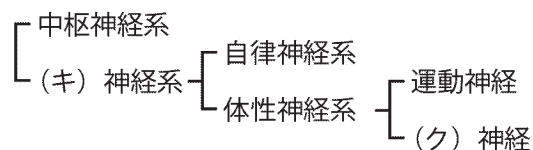


図3

問1 本文および図の空欄（ア）～（ク）にあてはまる最も適切な語句を次の語群から1つずつ選び、解答欄に記入せよ。

【語群】軸索，シナプス，樹状突起，受容体，サルコメア，ランビエ，  
カリウムイオン，カルシウムイオン，ナトリウムイオン，塩化物イオン，  
介在，末梢，終末，感覚，有髄，無髄

問2 下線部1に関連した以下の文中の（X）～（Z）に入る適切な語句の組み合わせを、表のa～dから1つ選び、記号で答えよ。

生体膜の主成分であるリン脂質分子は、（X）の部分をも膜の内側に、（Y）の部分をも膜の外側に向けて二層に並んだ膜構造を形成する。リン脂質の二重層は、物質によって通過しやすいものと通過しづらいものがあり、たとえば（Z）は通過しやすい。

表

|   | X   | Y   | Z        |
|---|-----|-----|----------|
| a | 疎水性 | 親水性 | タンパク質や糖  |
| b | 親水性 | 疎水性 | タンパク質や糖  |
| c | 疎水性 | 親水性 | 酸素や二酸化炭素 |
| d | 親水性 | 疎水性 | 酸素や二酸化炭素 |

問3 下線部2に関連した下記の設問(1)～(4)に答えよ。

(1) 興奮の伝わり方に関する以下の文章の空欄（ケ）～（ス）にあてはまる適切な語句を答えよ。

神経細胞が刺激を受けて興奮すると、興奮部と静止部の間で（ケ）と呼ばれる微弱な電流が流れる。この電流が刺激となって隣接部が興奮することにより、神経繊維上を興奮が伝わる。これを興奮の（コ）という。興奮の（コ）速度は髄鞘の有無によって異なる。髄鞘をもつ神経繊維のことを（サ）といい、もたないものを（シ）という。髄鞘は電気的絶縁体として働くため、（サ）では興奮が髄鞘の切れ目をとびとびに伝わる。このような興奮の伝わり方を（ス）という。

(2) 図2中の①の状態において、ATPのエネルギーを利用して細胞外に排出されているイオンの名称を答えよ。

(3) 図2中の②では、膜電位が下降している。この時、チャネルを通過して移動しているイオンの名称を答えよ。

(4) 設問(3)で解答したイオンの図2中の②における移動を説明した文として、次の(a)、(b)のどちらが適切か、記号で答えよ。

- (a) 細胞内から細胞外へ移動する。
- (b) 細胞外から細胞内へ移動する。

(こ の ペ ー ジ は 白 紙 で す )

(こ の ペ ー ジ は 白 紙 で す )

### 《注 意》

採点・集計などのさいに受験番号の読み間違いが生じないように，受験番号はつぎの点に注意して記入すること。

1. 受験番号は2箇所に入力する。
2. HBの鉛筆・シャープペンシルを使って，1マス1字ずつはっきり書く。
3. ほかの数字とまぎらわしくないように書く。

|     |      |      |              |      |      |              |
|-----|------|------|--------------|------|------|--------------|
| 良い例 | 1    | 3    | 4            | 5    | 6    | 7            |
| 悪い例 | 1(7) | 3(8) | 4(6)<br>4(9) | 5(6) | 6(4) | 7(1)<br>7(9) |

それぞれ（ ）内の数字と誤解されやすい。