

# 理 科

(1~52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 (1~14ページ)  
 化 学 (15~27ページ)  
 生 物 (29~52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

受験番号欄				
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	Y	8	1	5
	●	①	②	③
	②	①	●	①
	②	②	②	②
	③	③	③	③
	④	④	④	④
	⑤	⑤	●	⑤
	⑥	⑥	⑥	⑥
	⑦	⑦	⑦	⑦
	●	⑧	⑧	⑧
	⑨	⑨	⑨	⑨

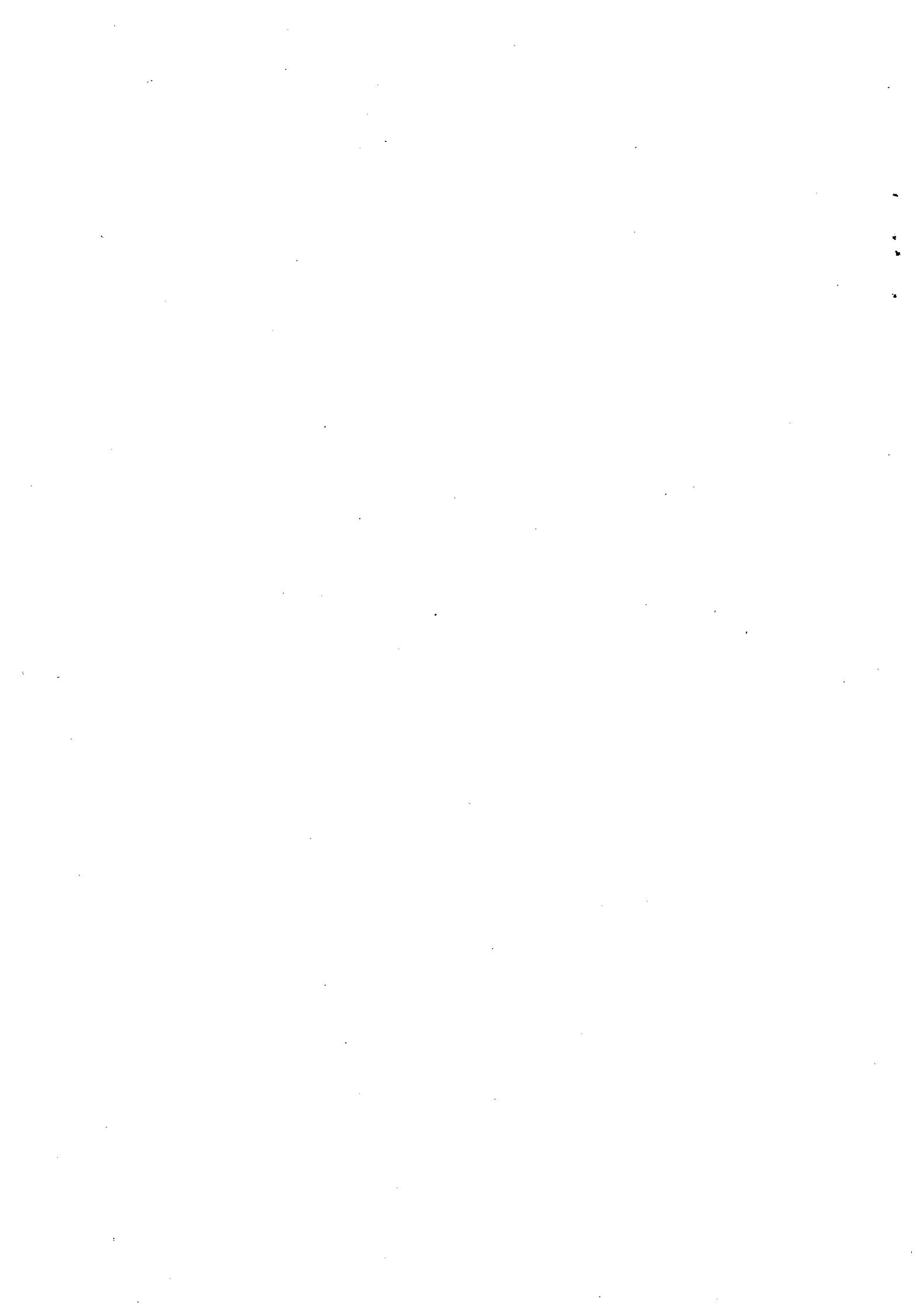
「物理」を選択した場合

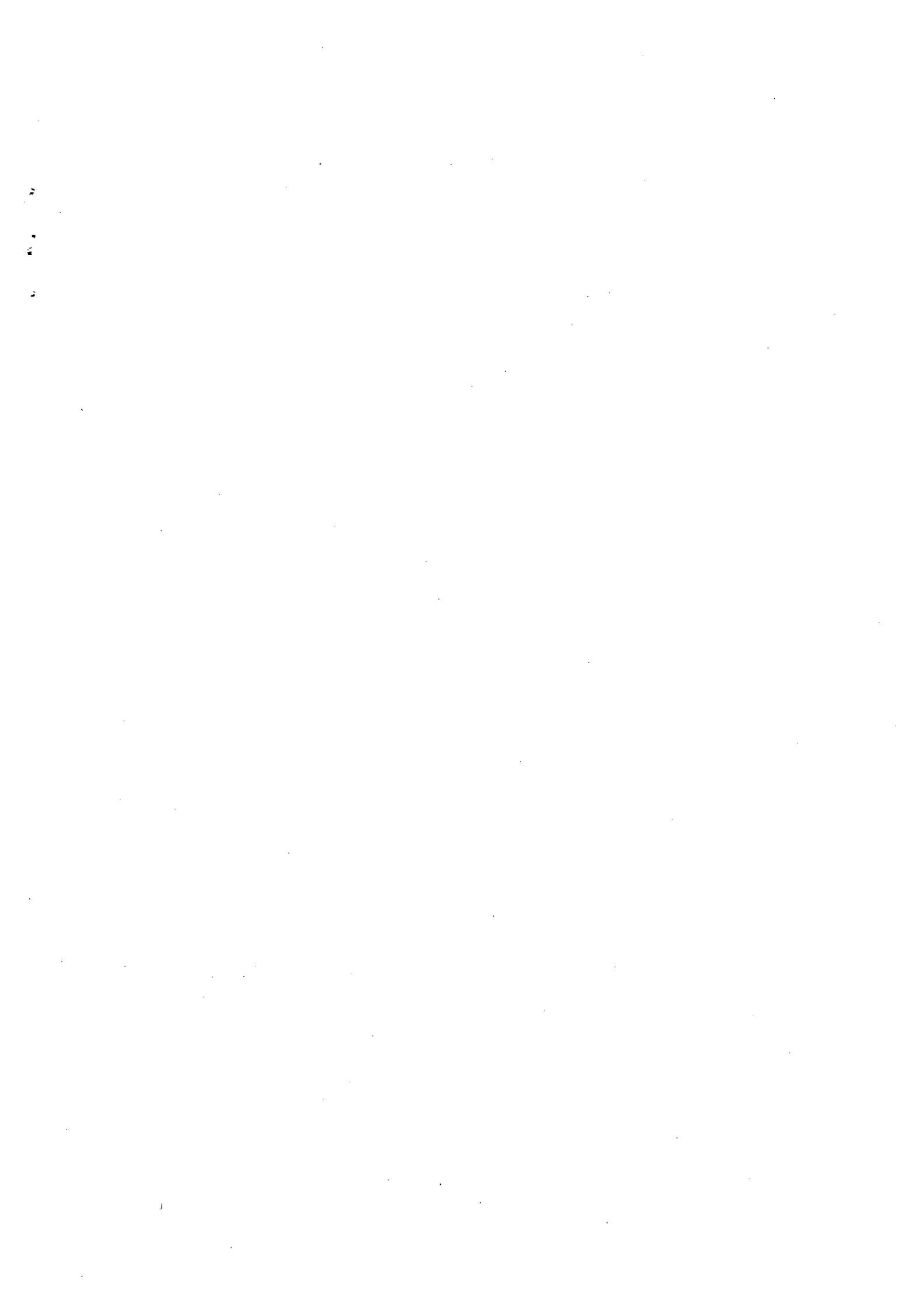
選択科目欄				
●	物	理		
○	化	学		
○	生	物		

↑  
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、H B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。

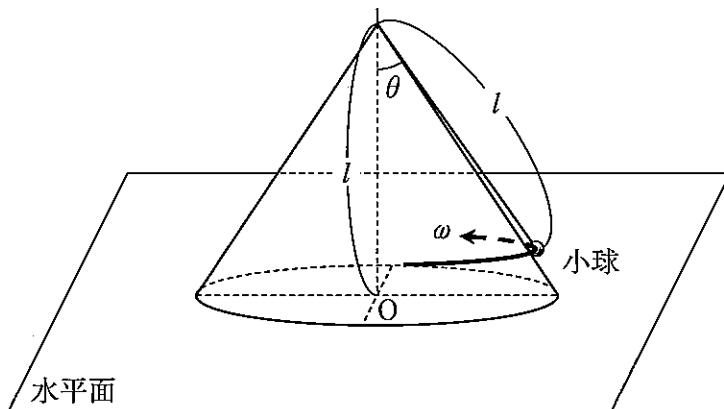




# 物 理

この問題は I から V まであります。解答用紙には問題番号が  から  までですが、解答に使用する問題番号は  から  までです。

- I 図のように、質量  $m$  の小球を長さ  $l$  の軽くて伸び縮みしない糸の一端に取り付け、もう一端を水平面上に固定された、高さ  $l$ 、頂角  $2\theta$  のなめらかな円錐形の台の頂点に固定した。ここで、台の底面の中心を点 O とする。この台の円錐面に小球を接触させて角速度  $\omega$  で円運動をさせたところ、円錐面と接触した状態を保ちながら回転した。この状態から角速度を徐々に大きくしていくと、角速度が  $\omega_0$  より大きくなった瞬間に小球は円錐面から離れた。小球の大きさ、および空気抵抗の影響は無視できるものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

- (1) 小球が角速度  $\omega$  ( $< \omega_0$ ) で回転しているときに、小球とともに運動する観測者から見た小球にはたらく遠心力の大きさを  $F$  とする。 $F$  を求めよ。

1 の解答群

- |                |                              |                              |
|----------------|------------------------------|------------------------------|
| ① $ml\omega^2$ | ② $ml\omega^2 \sin \theta$   | ③ $ml\omega^2 \cos \theta$   |
| ④ $ml^2\omega$ | ⑤ $ml^2\omega \sin^2 \theta$ | ⑥ $ml^2\omega \cos^2 \theta$ |

(2) 小球が角速度  $\omega$  ( $< \omega_0$ ) で回転しているときに、円錐面から小球にはたらく垂直抗力の大きさを  $N$  として、小球とともに運動する観測者から見た小球の円錐面に対して垂直な方向の力のつり合いの式として正しいものを一つ選べ。 2

2 の解答群

- |  |  |
|--|--|
| ① $N + F \sin \theta = mg \sin \theta$ | ② $N + F \cos \theta = mg \sin \theta$ |
| ③ $N + F \sin \theta = mg \cos \theta$ | ④ $N + F \cos \theta = mg \cos \theta$ |
| ⑤ $N + F = mg \tan \theta$             | ⑥ $N + F \tan \theta = mg$             |

(3) 小球が円錐面から離れない最大の角速度  $\omega_0$  を求めよ。 3

3 の解答群

- |                                    |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{g \sin \theta}{l}}$ | ② $\sqrt{\frac{g \cos \theta}{l}}$ | ③ $\sqrt{\frac{g \tan \theta}{l}}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{g}{l \sin \theta}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{g}{l \cos \theta}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{g}{l \tan \theta}}$ |

さらに角速度を大きくしていくと、糸の張力の大きさが  $2mg$  になった瞬間に糸が切れて小球は放物運動をおこない、円錐面と衝突することなく水平面に落下した。

(4) 糸が切れる瞬間に糸が鉛直方向となす角を  $\theta_1$  として、 $\cos \theta_1$  を求めよ。 4

4 の解答群

- |                 |                        |                         |
|-----------------|------------------------|-------------------------|
| ① $\frac{1}{2}$ | ② $\frac{3}{5}$        | ③ $\frac{\sqrt{2}}{2}$  |
| ④ $\frac{4}{5}$ | ⑤ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | ⑥ $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ |

(5) 糸が切れる瞬間の小球の速さを求めよ。 5

5 の解答群

- |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{\sqrt{gl}}{2}$  | ② $\frac{\sqrt{2gl}}{2}$ | ③ $\frac{\sqrt{6gl}}{3}$ |
| ④ $\frac{\sqrt{3gl}}{2}$ | ⑤ $\sqrt{gl}$            | ⑥ $\frac{\sqrt{6gl}}{2}$ |

(6) 小球が水平面に落下した位置と点 O の距離を求めよ。 6

6 の解答群

- |                |                |                   |
|----------------|----------------|-------------------|
| ① $l$          | ② $\sqrt{2} l$ | ③ $\frac{3}{2} l$ |
| ④ $\sqrt{3} l$ | ⑤ $2l$         | ⑥ $2\sqrt{3} l$   |

II 図1のように、圧力  $p_0$ 、絶対温度(以下、単に温度と呼ぶ)  $T_0$  の大気中において、水平な床上にシリンダーを鉛直に立て、シリンダーの内側をなめらかに動く断面積  $S$  のピストンにより、单原子分子理想気体である気体  $G_1$  を封入した。シリンダーとピストンはともに断熱材でできており、シリンダーの上面には穴が空いている。また、底面には熱容量が無視できる温度調節器が内蔵されており、気体を加熱または冷却することができる。はじめ、気体  $G_1$  の圧力は  $2p_0$ 、温度は  $T_1$  であり、シリンダーの底面からピストンまでの高さは  $h$ 、ピストンからシリンダーの上面までの高さは  $2h$  であった。この状態を状態Aとする。ピストンの厚みは無視できるものとし、気体定数を  $R$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

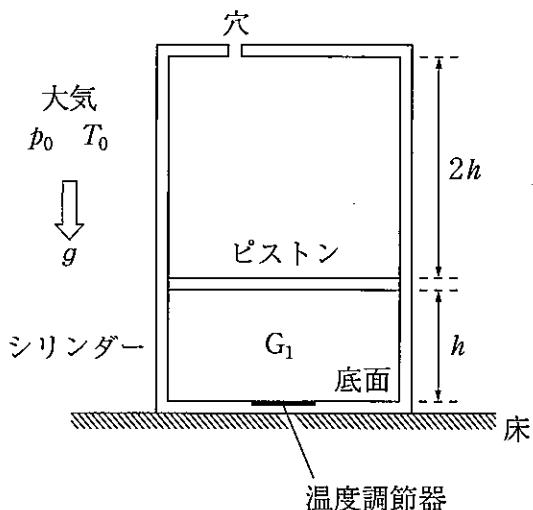


図1

次の各問い合わせについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

(1) ピストンの質量を求めよ。

7 の解答群

①  $\frac{p_0 S}{3g}$

②  $\frac{p_0 S}{2g}$

③  $\frac{p_0 S}{g}$

④  $\frac{3p_0 S}{2g}$

⑤  $\frac{2p_0 S}{g}$

⑥  $\frac{3p_0 S}{g}$

(2) 温度調節器により状態 A の気体  $G_1$  をゆっくり加熱し、シリンダーの底面からピストンまでの高さが  $2h$  になった直後に加熱をやめた。加熱をやめた直後の状態を状態 B とする。状態 A から状態 B までの間に気体  $G_1$  が吸収した熱量を求めよ。 [8]

## [8] の解答群

①  $\frac{3}{2} p_0 Sh$

②  $\frac{5}{2} p_0 Sh$

③  $3p_0 Sh$

④  $\frac{7}{2} p_0 Sh$

⑤  $5p_0 Sh$

⑥  $\frac{15}{2} p_0 Sh$

続いて図 2 のように、状態 Bにおいてシリンダー上面の穴を栓で閉じ、ピストンの上方に大気を封入した。封入した大気を気体  $G_2$  とする。気体  $G_2$  は理想気体とみなせるものとする。栓をした直後の状態を状態 C とすると、状態 C における気体  $G_2$  の体積は  $Sh$  であった。栓はよく熱を通す材質でできており、気体  $G_2$  の温度は大気の温度と常に等しい。その後、温度調節器により気体  $G_1$  をゆっくり冷却し、シリンダーの底面からピストンまでの高さが  $h$  になった直後に冷却をやめた。冷却をやめた直後の状態を状態 D とする。

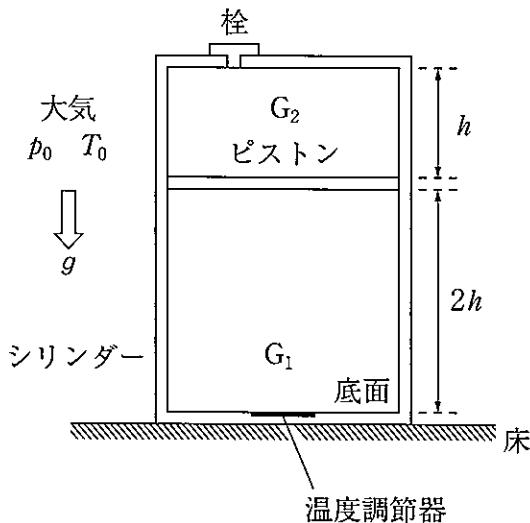


図 2

(3) 状態 D における気体  $G_1$  の温度を求めよ。 [9]

## [9] の解答群

①  $\frac{1}{2} T_1$

②  $\frac{3}{4} T_1$

③  $T_1$

④  $\frac{5}{4} T_1$

⑤  $\frac{3}{2} T_1$

⑥  $\frac{5}{2} T_1$

(4) 状態 C から状態 D までの間に気体 G<sub>1</sub> が放出した熱量を Q<sub>1</sub>, 状態 C から状態 D までの間に  
気体 G<sub>2</sub> が吸収した熱量を Q<sub>2</sub> とする。Q<sub>1</sub> - Q<sub>2</sub> を求めよ。 10

10 の解答群

①  $\frac{2}{5} p_0 S h$

②  $\frac{3}{2} p_0 S h$

③  $\frac{12}{5} p_0 S h$

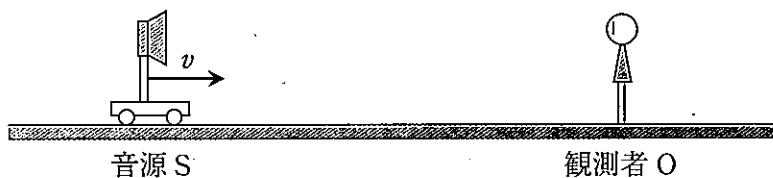
④  $\frac{7}{2} p_0 S h$

⑤  $\frac{15}{4} p_0 S h$

⑥  $\frac{19}{4} p_0 S h$

物理の試験問題は次へ続きます。

III 図のように、振動数  $f$  の音源 S が観測者 O に向かって速さ  $v$  で近づきながら音波を発し、静止している観測者 O がその音波を観測した。音源 S の速さ  $v$  は音速  $V$  より小さく、音源 S が観測者 O を通り過ぎることはないものとする。また、風は吹いておらず、音速  $V$  は一定であるとする。



次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

(1) 音源 S から発せられ、観測者 O に向かう音波の波長を求めよ。 11

11 の解答群

$$\textcircled{1} \quad \frac{f}{V+v}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{f}{V}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{f}{V-v}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{V-v}{f}$$

$$\textcircled{5} \quad \frac{V}{f}$$

$$\textcircled{6} \quad \frac{V+v}{f}$$

(2) 観測者 O が観測する音波の振動数を求めよ。 12

12 の解答群

$$\textcircled{1} \quad \frac{V}{V+v}f$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{V}{V-v}f$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{V-v}{V}f$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{V+v}{V}f$$

$$\textcircled{5} \quad \frac{V-v}{2V}f$$

$$\textcircled{6} \quad \frac{V+v}{2V}f$$

音源 S から振動数  $f = 574 \text{ Hz}$  の音波を  $17.0 \text{ 秒間}$  鳴らしたところ、観測者 O は  $16.4 \text{ 秒}$  の間、音波を観測した。このときの音速は  $V = 340 \text{ m/s}$  であった。

(3) 観測者 O が観測する音波の振動数を求めよ。 13 Hz

13 の解答群

$$\textcircled{1} \quad 584$$

$$\textcircled{2} \quad 590$$

$$\textcircled{3} \quad 595$$

$$\textcircled{4} \quad 600$$

$$\textcircled{5} \quad 604$$

$$\textcircled{6} \quad 615$$

(4) 音源Sの速さ $v$ を求めよ。14 m/s

14 の解答群

① 12

② 15

③ 17

④ 20

⑤ 22

⑥ 24

(5) 音源Sから一定の時間、ある振動数の音波を鳴らすとする。音源Sから観測者Oに向かって一定の速さの風が吹いていた場合に観測者Oが観測する音波について、風が吹いていない場合と比較してどうなるか説明した文章として最も適当なものを一つ選べ。15

15 の解答群

① 振動数が大きくなり、音を聞いている時間は短くなる。

② 振動数が小さくなり、音を聞いている時間は長くなる。

③ 振動数が大きくなり、音を聞いている時間は長くなる。

④ 振動数が小さくなり、音を聞いている時間は短くなる。

⑤ 音波の変化は観測されない。

⑥ 風速により、振動数が大きくなる場合も小さくなる場合もありうる。

IV 図1のように、起電力の大きさが5.0 Vの電池、抵抗値が $10\Omega$ の抵抗 $R_1$ 、抵抗値が $8.0\Omega$ の抵抗 $R_2$ 、抵抗値が未知の抵抗 $R_X$ 、電流と電圧の関係が図2で表される電球、長さが50 cmで太さと材質が一様な抵抗線PQ、検流計、電流計、およびスイッチ $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ を用いて回路を作った。検流計は接点Tにより抵抗線PQに接触しており、接点TはPとQの間を移動させることができる。はじめ、スイッチ $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ はすべて開いている。導線の抵抗、電池および電流計の内部抵抗は無視できるものとする。

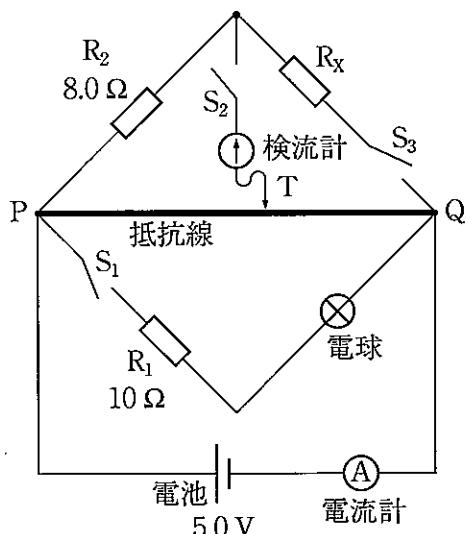


図1

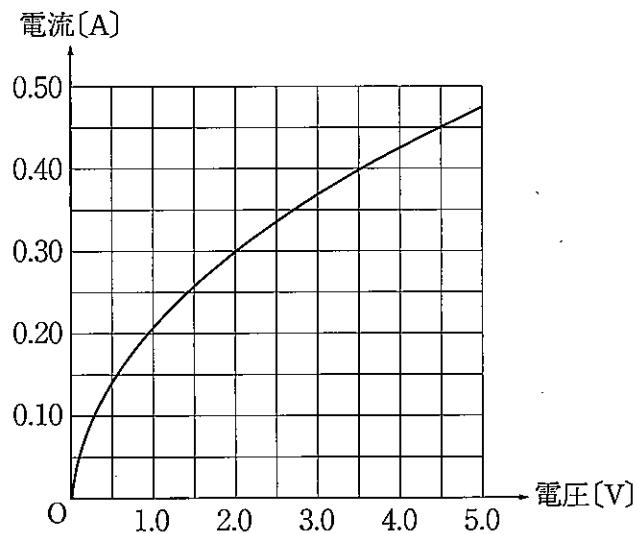


図2

次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

(1) スイッチ $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ がすべて開いているとき、電流計が示す値は0.20 Aであった。抵抗線PQの抵抗値を求めよ。 16  $\Omega$

**16 の解答群**

- |      |      |      |
|------|------|------|
| ① 10 | ② 15 | ③ 20 |
| ④ 25 | ⑤ 50 | ⑥ 75 |

(2) はじめに、スイッチ $S_1$ だけを閉じた。このとき電流計が示す値を求めよ。 17 A

**17 の解答群**

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① 0.25 | ② 0.30 | ③ 0.50 |
| ④ 0.60 | ⑤ 0.75 | ⑥ 0.90 |

(3) スイッチ $S_1$ だけを閉じているとき、電球が消費する電力を求めよ。 18 W

**18 の解答群**

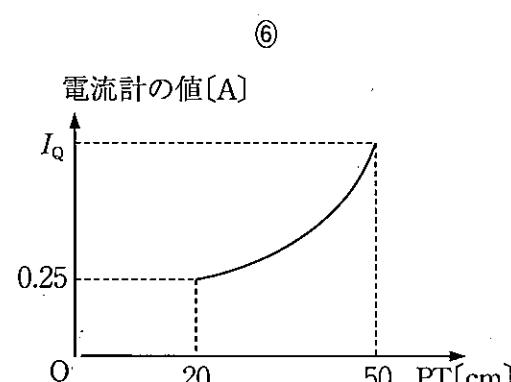
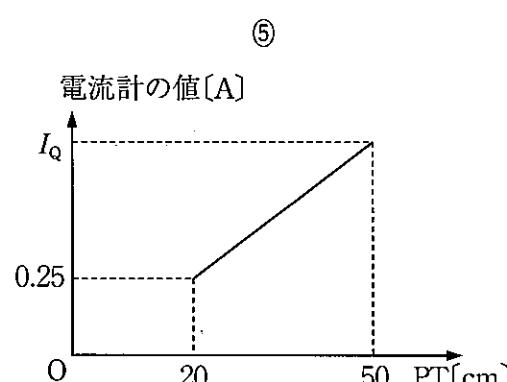
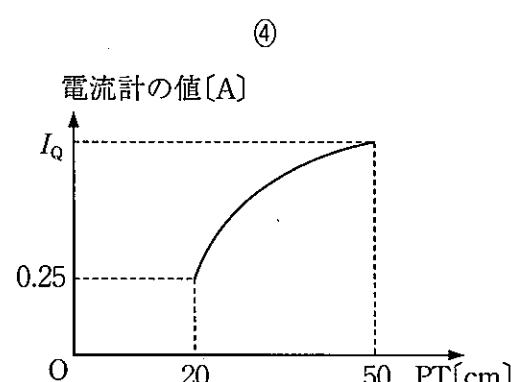
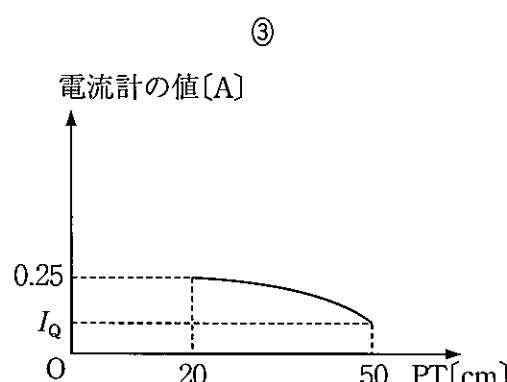
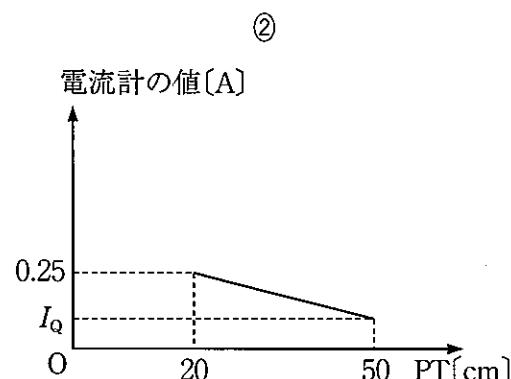
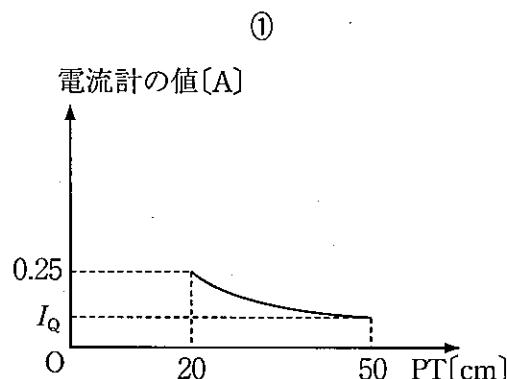
- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① 0.30 | ② 0.45 | ③ 0.60 |
| ④ 0.90 | ⑤ 1.2  | ⑥ 1.5  |

(4) 続いてスイッチ  $S_1$  を開いたあと、接点 T を移動させて PT 間の長さを 20 cm としてからスイッチ  $S_2$  を閉じたところ、電流計が示す値は 0.25 A であった。検流計の内部抵抗の抵抗値を求めよ。 19  $\Omega$

19 の解答群

- |        |       |       |
|--------|-------|-------|
| ① 0.50 | ② 1.0 | ③ 1.5 |
| ④ 2.0  | ⑤ 3.0 | ⑥ 5.0 |

(5) 続いてスイッチ  $S_2$  だけを閉じたまま、接点 T をゆっくりと PT 間の長さが 20 cm となる位置から 50 cm となる位置まで移動させたときに、電流計の値と PT 間の長さの関係を表すグラフとして最も適当なものを一つ選べ。ただし、PT 間の長さが 50 cm のときの電流計の値を  $I_Q$  とする。 20

20 の解答群

(6) 続いてスイッチ  $S_2$  を閉じたまま、スイッチ  $S_3$  を閉じ、接点 T を移動させて PT 間の長さを 40 cm としたところ、検流計に流れる電流は 0 A となった。抵抗  $R_x$  の抵抗値を求めよ。

**21**  $\Omega$

**21** の解答群

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| ① 2.0 | ② 5.0 | ③ 9.0 |
| ④ 12  | ⑤ 15  | ⑥ 20  |

物理の試験問題は次へ続きます。

V 原子核の崩壊について述べた以下の文章を読み、各問い合わせについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

放射性同位体の原子核は不安定で、放射線を放出して別の原子核に変化する。これを原子核の放射性崩壊といい、 $\alpha$ 線として(ア)を放出する $\alpha$ 崩壊、 $\beta$ 線として(イ)を放出する $\beta$ 崩壊がある。同じ運動エネルギーをもつこれら2種の放射線が一定の強さの磁場に垂直に入射し、円軌道を描く場合、その軌道半径は(ウ)の方が大きい。また、 $\alpha$ 崩壊や $\beta$ 崩壊のあと、原子核のもつ余分なエネルギーを電磁波である $\gamma$ 線として放出するような放射性崩壊を $\gamma$ 崩壊という。

原子核が毎秒1個の割合で崩壊するときの放射能の強さを表す単位には(エ)を用い、放射線の人体への影響をあらわす量(等価線量)を表す単位には(オ)を用いる。

原子核の放射性崩壊によって、もとの原子核の数が半分になるまでの時間を半減期といい、半減期が長い原子核ほど(カ)な原子核であるといえる。放射性同位体の半減期は、過去の生物を起源に持つ遺物の年代を調べる放射性炭素年代測定<sup>(a)</sup>などに利用されている。

- (1) 上記の文章中の(ア)～(ウ)に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを一つ選べ。 22

22 の解答群

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	リチウム 原子核	リチウム 原子核	リチウム 原子核	ヘリウム 原子核	ヘリウム 原子核	ヘリウム 原子核
イ	電子	中性子	中性子	電子	電子	中性子
ウ	$\alpha$ 線	$\beta$ 線	$\alpha$ 線	$\beta$ 線	$\alpha$ 線	$\beta$ 線

- (2) 上記の文章中の(エ)～(カ)に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを一つ選べ。 23

23 の解答群

	①	②	③	④	⑤	⑥
エ	Bq	Bq	Bq	Gy	Gy	Gy
オ	Sv	Gy	Sv	Bq	Sv	Bq
カ	安定	安定	不安定	不安定	不安定	安定

フリガナ	
氏名	

## 理科(第2解答科目)

解答用紙

受験番号欄									
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	0
(2)	(1)	(0)	(1)	(0)	(1)	(0)	(1)	(0)	0
(3)	(0)	(1)	(0)	(1)	(0)	(1)	(0)	(1)	0
(4)	(2)	(1)	(0)	(2)	(1)	(0)	(2)	(1)	0
(5)	(2)	(1)	(0)	(2)	(1)	(0)	(2)	(1)	0
(6)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	0
(7)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	0
(8)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	0
(9)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	(1)	(3)	(2)	0

選択科目欄									
○	物	理							
○	化	学							
○	生	物							

↑  
解答する科目に  
必ずマークしなさい

解答欄										
番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	1	0	2	3	4	5	6	7	8	9
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
22	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

解答欄										
番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
26	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
27	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
28	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
29	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
31	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
32	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
33	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
34	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
35	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
36	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
37	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
39	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
41	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9