

平成 30 年度  
一般入学試験問題  
理科 (90分)

出題科目	ページ	選択方法
物 理	4～21	左の3科目のうちから出願時に選択した2科目を解答してください。 科目の変更はできません。 解答時間の配分は自由です。
化 学	22～41	
生 物	42～72	

I 注意事項

- 1 問題冊子は、試験開始の指示があるまで開かないでください。
- 2 この問題冊子は72ページあります。
- 3 ページの脱落や重複、印刷の不鮮明な箇所があった場合には、直ちに監督者に申し出てください。
- 4 受験番号および解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入・マークしてください。
- 5 この問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
- 6 質問、中途退室など用件のある場合は、手を挙げて申し出てください。
- 7 退室時は、問題冊子は閉じ、解答用紙は裏返しにしてください。
- 8 試験に関わるすべての用紙は、持ち帰ることはできません。

II 解答上の注意

- 1 「解答上の注意」が、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし、問題冊子を開いてはいけません。

### 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の解答番号に対応した解答欄にマークしてください。

10
----

 と表示のある問いに対して

(例1) ③と解答する場合は、解答番号10の③にマークしてください。

解答番号	解 答 欄
10	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

(例2) ②と⑦を解答する場合は、解答番号10の②と⑦にマークしてください。

(複数解答の場合)

解答番号	解 答 欄
10	① ● ③ ④ ⑤ ⑥ ● ⑧ ⑨ ⑩

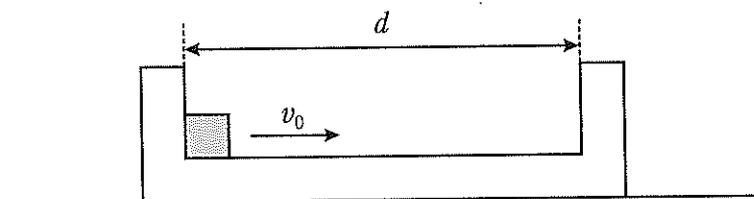
- 2 解答用紙に正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。特に、解答用紙の受験番号欄・選択科目欄に正しくマークされていない場合は、その科目は0点となります。

# 物 理

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

第1問 次の文章を読んで、下の問い(問1~8)に答えよ。(解答番号 1 ~ 8)

なめらかな水平面上に質量  $2m$  の箱を置く。箱の内面は水平な床と鉛直な壁になっていて、左右の壁の間隔は  $d$  である。質量  $m$  の小物体を箱内の床の上に置き、左側の壁に接する位置から右向きに大きさ  $v_0$  の初速を与える(図1)。箱の床と小物体の間の摩擦は無視でき、箱は静止したまま小物体が運動し、箱の右側の壁と衝突する。小物体と箱の壁との衝突の反発係数(はね返り係数)は  $\frac{1}{3}$  であり、小物体の大きさは壁の間隔  $d$  と比べて無視できる。重力加速度の大きさを  $g$  とする。



問1 小物体と箱の右側の壁が衝突した直後の、箱の速さを表す式として適当なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 1

- |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| ① $\frac{1}{9}v_0$ | ② $\frac{2}{9}v_0$ | ③ $\frac{1}{3}v_0$ |
| ④ $\frac{4}{9}v_0$ | ⑤ $\frac{1}{2}v_0$ | ⑥ $v_0$            |

問2 小物体と箱の右側の壁との衝突により失われた力学的エネルギーを表す式として適当なものを、次の①~⑥のうちから1つ選べ。 2

- |                       |                         |                        |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| ① 0                   | ② $\frac{8}{81}mv_0^2$  | ③ $\frac{8}{27}mv_0^2$ |
| ④ $\frac{1}{3}mv_0^2$ | ⑤ $\frac{40}{81}mv_0^2$ | ⑥ $\frac{1}{2}mv_0^2$  |

(このページは計算用紙として使用してよい)

問3 その後、小物体は箱の左右の壁と衝突を繰り返す。初めて小物体が箱の右側の壁と衝突してから、次に左側の壁に衝突するまでの時間を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 3

- |                     |                     |                    |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| ① $\frac{d}{v_0}$   | ② $\frac{5d}{3v_0}$ | ③ $\frac{2d}{v_0}$ |
| ④ $\frac{8d}{3v_0}$ | ⑤ $\frac{3d}{v_0}$  | ⑥ $\frac{6d}{v_0}$ |

問4 衝突を繰り返すことにより箱の速さはある一定値に近づいていく。その値  $V_1$  を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 4

- |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| ① 0                | ② $\frac{2}{9}v_0$ | ③ $\frac{1}{3}v_0$ |
| ④ $\frac{4}{9}v_0$ | ⑤ $\frac{2}{3}v_0$ | ⑥ $v_0$            |

次に、箱を水平面上に置き、小物体を箱の床の上に右側の壁に接する位置に置く。この状態から箱に対して右向きに大きさ  $v_0$  の初速を与える (図2)。



図2

問5 小物体と箱の左右の壁が衝突を繰り返すことにより箱の速さはある一定値に近づいていく。その値  $V_2$  を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 5

- |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| ① 0                | ② $\frac{2}{9}v_0$ | ③ $\frac{1}{3}v_0$ |
| ④ $\frac{4}{9}v_0$ | ⑤ $\frac{2}{3}v_0$ | ⑥ $v_0$            |

(このページは計算用紙として使用してよい)



(このページは計算用紙として使用してよい)

第2問 次の文章を読んで、下の問い（問1～8）に答えよ。（解答番号 9 ～

16 )

交流回路においてコンデンサーやコイルに流れる電流と、その端子間電圧の関係を考える。

図4に示すように、回路素子の端子aからbの向きに流れる電流を*i*、端子bに対する端子aの電位を*v*とする。また、*v*が時刻*t*の関数として

$$v = V \sin \omega t \quad (V, \omega \text{ は正の一定値})$$

で与えられるものとする。

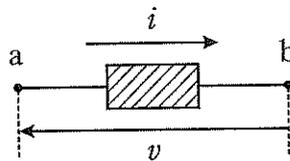


図4

問1 この素子が抵抗値*R*の電気抵抗の場合に、*i*の実効値を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 9

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

問2 この素子がコイルの場合に、*i*を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、*i*の最大値を*I*とする。 10

- |                     |                      |                       |
|---------------------|----------------------|-----------------------|
| ① $I \sin \omega t$ | ② $-I \sin \omega t$ | ③ $I  \sin \omega t $ |
| ④ $I \cos \omega t$ | ⑤ $-I \cos \omega t$ | ⑥ $I  \cos \omega t $ |

問3 この素子がコンデンサーの場合に、*i*を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、*i*の最大値を*I*とする。 11

- |                     |                      |                       |
|---------------------|----------------------|-----------------------|
| ① $I \sin \omega t$ | ② $-I \sin \omega t$ | ③ $I  \sin \omega t $ |
| ④ $I \cos \omega t$ | ⑤ $-I \cos \omega t$ | ⑥ $I  \cos \omega t $ |

(このページは計算用紙として使用してよい)

図5に示すように、角周波数 $\omega$ の交流電源と、抵抗値 $R$ の電気抵抗および素子Aを直列に接続した回路を考える。電源の内部抵抗は無視できる。交流電源の実効電圧 $V_0$ に対して、電気抵抗の端子間電圧の実効値は $\frac{V_0}{2}$ であった。

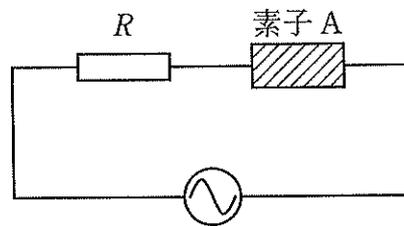


図5

問4 素子Aがコイルの場合に、その端子間電圧の実効値を表す式として適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 12

- ① 0                                      ②  $\frac{1}{2} V_0$                                       ③  $\frac{1}{\sqrt{2}} V_0$   
 ④  $\frac{\sqrt{3}}{2} V_0$                                       ⑤  $V_0$

問5 素子Aがコイルの場合に、その自己インダクタンスを表す式として適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 13

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

問6 素子Aがコイルの場合に、回路全体での平均消費電力を表す式として適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 14

- ① 0                                      ②  $\frac{V_0^2}{4R}$                                       ③  $\frac{V_0^2}{2R}$   
 ④  $\frac{3V_0^2}{4R}$                                       ⑤  $\frac{V_0^2}{R}$

(このページは計算用紙として使用してよい)

問7 素子Aがコンデンサーの場合に、その電気容量を表す式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 15

①  $\omega R$

②  $\frac{R}{\omega}$

③  $\frac{1}{\omega R}$

④  $\sqrt{3}\omega R$

⑤  $\frac{\sqrt{3}R}{\omega}$

⑥  $\frac{1}{\sqrt{3}\omega R}$

問8 素子Aがコイルの場合に、交流電源の角周波数のみを $\frac{1}{3}$ 倍に変化させたときの、電気抵抗の端子間電圧の実効値を表す式として適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 16

① 0

②  $\frac{1}{2}V_0$

③  $\frac{1}{\sqrt{2}}V_0$

④  $\frac{\sqrt{3}}{2}V_0$

⑤  $V_0$

(このページは計算用紙として使用してよい)

第3問 次の文章を読んで、下の問い（問1～9）に答えよ。（解答番号 17 ～

25 )

水素原子から発せられる光は、波長  $\lambda$  が

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \cdots (*)$$

$$(n' = 1, 2, 3, \dots; n = n' + 1, n' + 2, n' + 3, \dots)$$

で与えられる線スペクトルとなることが実験的に確かめられている。ここで、 $R$  は ( a ) 定数と呼ばれる。( b ) は、この関係式が次のような仮説に基づき理論的に導かれることを示した。

水素原子の内部状態は、電子（質量  $m$ ）が陽子の周りをクーロン力を向心力として

$$m \frac{v^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2}$$

( $r$  は円軌道の半径、 $k$  はクーロンの法則の比例定数、 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  は電気素量) に従って円運動していると考えることが出来るが、自然界に実現する定常状態は量子条件

$$( \text{ア} ) = \frac{h}{2\pi} \cdot n \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

を満たす状態のみである。ここで、 $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  は ( c ) 定数である。

量子条件に現れる正整数  $n$  は量子数と呼ばれる。量子条件は、( b ) の理論の約 10 年後に発見された物質波の考え方をを用いると、電子の円軌道の全長が、電子波の波長の整数  $n$  倍になる条件と理解することが出来る。

電子が円運動する条件と量子条件より、量子数  $n$  の定常状態における電子の軌道半径  $r_n$  は

$$r_n = ( \text{イ} )$$

となる。よって、量子数  $n$  の定常状態のエネルギー（電子の力学的エネルギー） $E_n$  は、クーロン力による位置エネルギーの基準点を無限遠点として

$$E_n = \frac{1}{2} mv^2 + \left( -k \frac{e^2}{r_n} \right) = ( \text{ウ} )$$

と与えられる。これをエネルギー準位と呼ぶ。

したがって、量子数  $n$  の定常状態から量子数  $n' (< n)$  の定常状態へ遷移する際にエネルギー準位の差を 1 つの光子として放出すると考えれば、その波長  $\lambda$

(このページは計算用紙として使用してよい)

は真空中の光の速さを  $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$  として、

$$(\text{エ}) = E_n - E_{n'}$$

で与えられる。これを变形すると、(\*)と同じ形の関係式が得られる。

( a ) 定数  $R$  は

$$R = (\text{オ}) = 1.1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

となり、観測値と一致する。

問1 上の文章中の空欄 ( a ) にあてはまる人名として適当なものを、次の

①～⑥のうちから1つ選べ。 17

- |            |         |          |
|------------|---------|----------|
| ① ボーア      | ② ボルツマン | ③ コンプトン  |
| ④ アインシュタイン | ⑤ プランク  | ⑥ リュードベリ |

問2 上の文章中の空欄 ( b ) にあてはまる人名として適当なものを、次の

①～⑥のうちから1つ選べ。 18

- |            |         |          |
|------------|---------|----------|
| ① ボーア      | ② ボルツマン | ③ コンプトン  |
| ④ アインシュタイン | ⑤ プランク  | ⑥ リュードベリ |

問3 上の文章中の空欄 ( c ) にあてはまる人名として適当なものを、次の

①～⑥のうちから1つ選べ。 19

- |            |         |          |
|------------|---------|----------|
| ① ボーア      | ② ボルツマン | ③ コンプトン  |
| ④ アインシュタイン | ⑤ プランク  | ⑥ リュードベリ |

問4 上の文章中の空欄 ( ア ) にあてはまる式として適当なものを、次の①

～⑥のうちから1つ選べ。 20

- |                     |          |                    |
|---------------------|----------|--------------------|
| ① $2\pi r$          | ② $mv$   | ③ $rmv$            |
| ④ $\frac{1}{2}mv^2$ | ⑤ $mv^2$ | ⑥ $\frac{mv^2}{r}$ |

(このページは計算用紙として使用してよい)

問5 上の文章中の空欄（イ）にあてはまる式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 21

- |                             |                                  |                                 |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| ① $\frac{hn}{4\pi^2 mke^2}$ | ② $\frac{h^2 n^2}{4\pi^2 mke^2}$ | ③ $\frac{h^2 n^2}{4\pi^2 ke^2}$ |
| ④ $\frac{hn}{2\pi^2 mke^2}$ | ⑤ $\frac{h^2 n^2}{2\pi^2 mke^2}$ | ⑥ $\frac{h^2 n^2}{2\pi^2 ke^2}$ |

問6 上の文章中の空欄（ウ）にあてはまる式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 22

- |                                   |                                     |                                      |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| ① $\frac{2\pi^2 mke^2}{h^2 n^2}$  | ② $\frac{2\pi^2 k^2 e^4}{h^2 n^2}$  | ③ $\frac{2\pi^2 mk^2 e^4}{h^2 n^2}$  |
| ④ $-\frac{2\pi^2 mke^2}{h^2 n^2}$ | ⑤ $-\frac{2\pi^2 k^2 e^4}{h^2 n^2}$ | ⑥ $-\frac{2\pi^2 mk^2 e^4}{h^2 n^2}$ |

問7 上の文章中の空欄（エ）にあてはまる式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 23

- |                       |                       |                        |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| ① $\frac{1}{\lambda}$ | ② $\frac{h}{\lambda}$ | ③ $\frac{ch}{\lambda}$ |
| ④ $h\lambda$          | ⑤ $ch\lambda$         | ⑥ $\frac{h\lambda}{c}$ |

問8 上の文章中の空欄（オ）にあてはまる式として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 24

- |                                  |                                 |                                |
|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| ① $\frac{2\pi^2 mk^2 e^4}{ch^3}$ | ② $\frac{2\pi^2 mk^2 e^4}{h^2}$ | ③ $\frac{2\pi^2 mk^2 e^4}{ch}$ |
| ④ $\frac{4\pi^2 mk^2 e^4}{ch^3}$ | ⑤ $\frac{4\pi^2 mk^2 e^4}{h^2}$ | ⑥ $\frac{4\pi^2 mk^2 e^4}{ch}$ |

問9 水素原子の基底状態のエネルギー準位を電子ボルト（eV）単位で求めた値として適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 25

- |                          |                         |                      |
|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| ① $2.2 \times 10^{-18}$  | ② $3.8 \times 10^{-8}$  | ③ $1.4 \times 10^1$  |
| ④ $-2.2 \times 10^{-18}$ | ⑤ $-3.8 \times 10^{-8}$ | ⑥ $-1.4 \times 10^1$ |

(このページは計算用紙として使用してよい)