

受験番号						氏名	
------	--	--	--	--	--	----	--

2023 年度

# 理 科

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりです。

出題分野	頁	選 択 方 法
物 理	1～22	左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。
化 学	23～35	
生 物	36～56	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。また、問題冊子に計算用紙が挟んであるのでメモや計算に用いて構いません。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークしなさい。

### ① 受験番号欄

受験番号を5ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する5ケタをマークしなさい。(例)受験番号10025番→

1	0	0	2	5
---	---	---	---	---

と記入。

### ② 氏名欄 氏名・フリガナを記入しなさい。

### ③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。

5. 受験番号および解答する分野が正しく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。
6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークしなさい。

例えば 

15
----

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークしなさい。薄いもの、不完全なものは解答したことにはなりません。

(例)

解答番号	解 答 欄									
15	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を修正する場合は、必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消しなさい。鉛筆の色や消しくずが残ったり、のような消し方などをした場合は、修正したことになりません。
8. すべて選べという指示のある問題を除き、それぞれの問題で指定された数よりも多くの解答をマークした場合は無解答とみなされます。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはいけません。
10. 試験終了後、問題冊子、解答用紙、計算用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

# 物 理

**第1問** 以下の問題の  に最も適切なものを、対応する解答群のうちから一つ選べ。

図1のように、長さ  $l$  [m] の糸の一端を点  $O$  に固定し、他端に質量  $m$  [kg] の小球をつけた。点  $A$  で静止している小球に水平方向の初速度  $v_0$  [m/s] を与えると、小球は鉛直面内を円運動し、点  $O$  より高さ  $h$  [m] だけ高い点  $B$  を通過したとき、小球をつなぐ糸がたるんだ。その後、小球は放物運動し点  $O$  を通過した。

点  $B$  の高さ  $h$  は  1  [m] であり、点  $B$  における物体の速さ  $v$  は  2  [m/s] である。また物体が点  $B$  から点  $O$  まで到達するのにかかる時間は  3  [s] である。したがって、点  $A$  で小球に与えた速さ  $v_0$  は  4  [m/s] である。ただし重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、糸がたるんだときに糸が小球の運動を妨げることはないものとする。

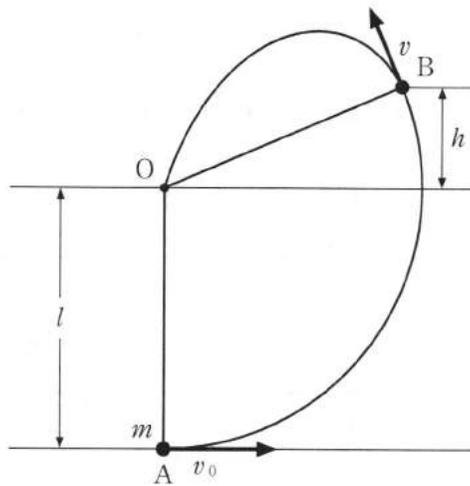


図1

1 の解答群

- ①  $\frac{1}{4}l$       ②  $\frac{1}{3}l$       ③  $\frac{\sqrt{2}}{4}l$       ④  $\frac{\sqrt{3}}{4}l$   
⑤  $\frac{\sqrt{2}}{3}l$       ⑥  $\frac{1}{2}l$       ⑦  $\frac{\sqrt{3}}{3}l$       ⑧  $\frac{\sqrt{2}}{2}l$

2 の解答群

- ①  $\frac{1}{2}\sqrt{gl}$       ②  $\sqrt{\frac{gl}{3}}$       ③  $\frac{1}{2}\sqrt{\sqrt{2}gl}$       ④  $\frac{1}{2}\sqrt{\sqrt{3}gl}$   
⑤  $\sqrt{\frac{\sqrt{2}gl}{3}}$       ⑥  $\sqrt{\frac{gl}{2}}$       ⑦  $\sqrt{\frac{\sqrt{3}gl}{3}}$       ⑧  $\sqrt{\frac{\sqrt{2}gl}{2}}$

3 の解答群

- ①  $\sqrt{\frac{2\sqrt{2}l}{g}}$       ②  $\sqrt{\frac{\sqrt{3}l}{2g}}$       ③  $\sqrt{\frac{\sqrt{2}l}{2g}}$       ④  $\sqrt{\frac{2\sqrt{3}l}{g}}$   
⑤  $\sqrt{\frac{2\sqrt{2}l}{3g}}$       ⑥  $\sqrt{\frac{\sqrt{3}l}{3g}}$       ⑦  $\sqrt{\frac{\sqrt{2}l}{3g}}$       ⑧  $\sqrt{\frac{2\sqrt{3}l}{3g}}$

4 の解答群

- ①  $\sqrt{\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)gl}$       ②  $\sqrt{(1 + \sqrt{2})gl}$       ③  $\sqrt{(3 + \sqrt{3})gl}$   
④  $\sqrt{(2 + \sqrt{2})gl}$       ⑤  $\sqrt{(2 + \sqrt{3})gl}$       ⑥  $\sqrt{\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)gl}$   
⑦  $\sqrt{(1 + \sqrt{3})gl}$       ⑧  $\sqrt{(3 + \sqrt{2})gl}$

**第2問** 次の文章を読み、下の問(問1～3)に答えよ。

図1のように、静止衛星は地球の赤道上空を地球の自転と等しい周期で等速円運動している。地球および静止衛星の質量をそれぞれ  $M$ ,  $m$  (kg)、地球の半径を  $R$  (m)、静止衛星の地上からの高さを  $H$  (m)、人工衛星の速さを  $V$  (m/s)、地球の自転周期を  $T$  (s)、万有引力定数を  $G$  (N・m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>) とする。

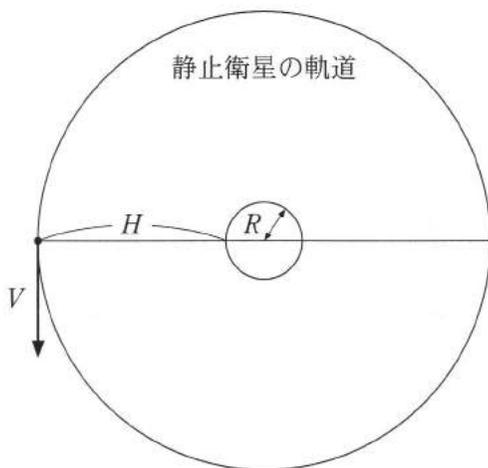


図1

問1 静止衛星の地上からの高さ  $H$  (m) はいくらか。最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。  $H =$   (m)

- |                                    |  |  |
|------------------------------------|--|--|
| ① $\sqrt{\frac{GmT}{2\pi}} - R$    | ② $\sqrt{\frac{GmT^2}{4\pi^2}} - R$    | ③ $\sqrt{\frac{GmT^3}{8\pi^3}} - R$    |
| ④ $\sqrt[3]{\frac{GmT}{2\pi}} - R$ | ⑤ $\sqrt[3]{\frac{GmT^2}{4\pi^2}} - R$ | ⑥ $\sqrt[3]{\frac{GmT^3}{8\pi^3}} - R$ |
| ⑦ $\sqrt{\frac{GMT}{2\pi}} - R$    | ⑧ $\sqrt{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$    | ⑨ $\sqrt{\frac{GMT^3}{8\pi^3}} - R$    |
| ⑩ $\sqrt[3]{\frac{GMT}{2\pi}} - R$ | ⑪ $\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$ | ⑫ $\sqrt[3]{\frac{GMT^3}{8\pi^3}} - R$ |

問 2 静止衛星の速さ  $V$  [m/s] はいくらか。最も適切なものを、次のうちから一つ

選べ。  $V = \boxed{6}$  [m/s]

- |                                     |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{2\pi Gm}{T}}$        | ② $\sqrt{\frac{4\pi^2 Gm}{T^2}}$    | ③ $\sqrt{\frac{8\pi^3 Gm}{T^3}}$    | ④ $\sqrt[3]{\frac{2\pi Gm}{T}}$     |
| ⑤ $\sqrt[3]{\frac{4\pi^2 Gm}{T^2}}$ | ⑥ $\sqrt[3]{\frac{8\pi^3 Gm}{T^3}}$ | ⑦ $\sqrt{\frac{2\pi GM}{T}}$        | ⑧ $\sqrt{\frac{4\pi^2 GM}{T^2}}$    |
| ⑨ $\sqrt{\frac{8\pi^3 GM}{T^3}}$    | ⑩ $\sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{T}}$     | ⑪ $\sqrt[3]{\frac{4\pi^2 GM}{T^2}}$ | ⑫ $\sqrt[3]{\frac{8\pi^3 GM}{T^3}}$ |

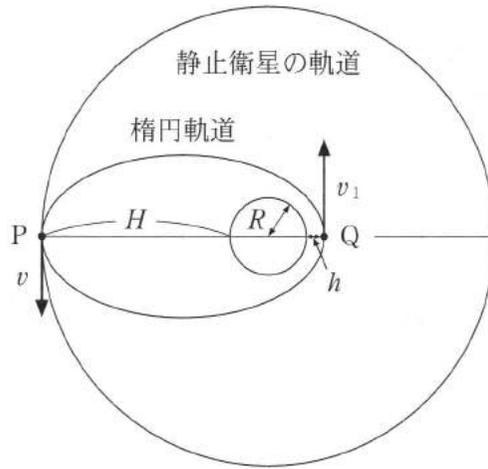


図 2

問 3 この静止衛星が、図 2 の点 P で短時間に進行方向に向かって噴射を行い速さ  $v$  [m/s] に減速したところ、静止軌道を外れ図 2 に示すような地球の中心を焦点とする楕円軌道に移った。衛星が地球に最も近づいた点 Q の高度を  $h$  [m] として、点 Q における速さ  $v_1$  [m/s] はいくらか。ただし、地球の大気による抵抗は無視できるものとする。最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。

$v_1 =$   [m/s]

①  $\sqrt{\frac{GM(R+h)}{(R+H)(2R+H+h)}}$

②  $\sqrt{\frac{Gm(R+h)}{(R+H)(2R+H+h)}}$

③  $\sqrt{\frac{GM(R+H)}{(R+h)(2R+H+h)}}$

④  $\sqrt{\frac{Gm(R+H)}{(R+h)(2R+H+h)}}$

⑤  $\sqrt{\frac{2GM(R+h)}{(R+H)(2R+H+h)}}$

⑥  $\sqrt{\frac{2Gm(R+h)}{(R+H)(2R+H+h)}}$

⑦  $\sqrt{\frac{2GM(R+H)}{(R+h)(2R+H+h)}}$

⑧  $\sqrt{\frac{2Gm(R+H)}{(R+h)(2R+H+h)}}$



**第3問** 次の文章を読み，下の問(問1～4)に答えよ。

図1のような電流と電圧の関係を示す2つの異なる電球  $L_1$  と  $L_2$  がある。これらの電球と抵抗値が  $R_1 = 10.0 \Omega$  の抵抗，抵抗値  $R[\Omega]$  の可変抵抗，内部抵抗が無視できる電圧  $25.0 \text{ V}$  の電源，内部抵抗がゼロの電流計を接続して3つの回路(図2～図4)を作成した。

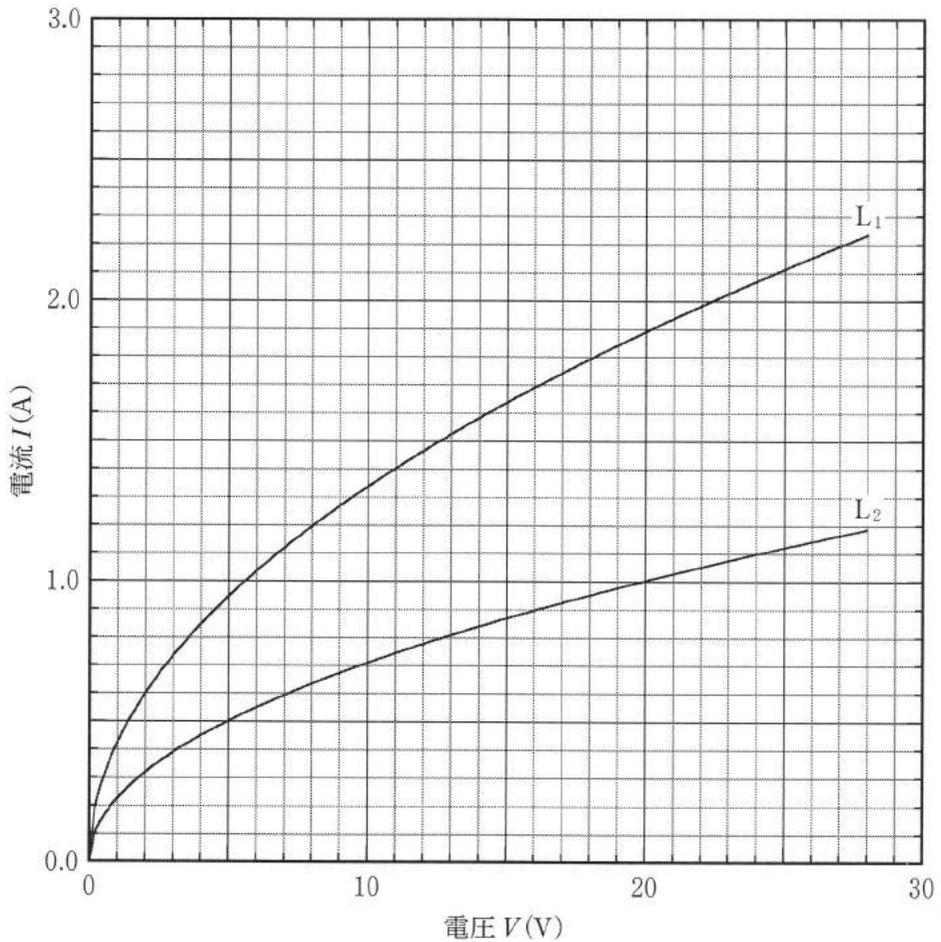


図1

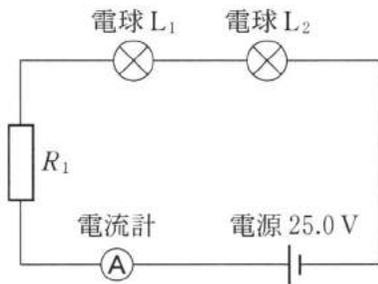


図 2

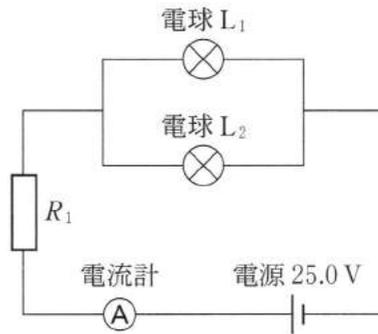


図 3

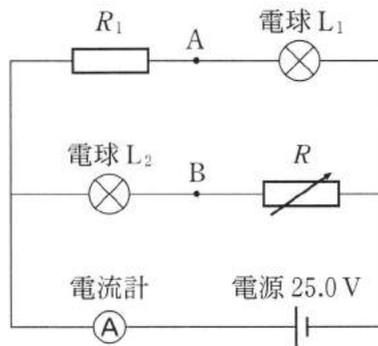


図 4

問 1 図 2 と図 3 の各回路で電流計を流れる電流はそれぞれいくらか。最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。

図 2 の回路：  A, 図 3 の回路：  A

- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.55 | ② 0.68 | ③ 0.82 | ④ 0.95 | ⑤ 1.09 |
| ⑥ 1.22 | ⑦ 1.36 | ⑧ 1.49 | ⑨ 1.63 | ⑩ 1.76 |
| ⑪ 1.90 | ⑫ 2.03 | ⑬ 2.17 | ⑭ 2.30 | ⑮ 2.44 |

問 2 図4の回路で、AB間の電位差が0.0Vになるように可変抵抗を変化させた。可変抵抗の抵抗値  $R[\Omega]$ はいくらか。最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。

$R =$    $\Omega$

- ① 9.0      ② 10      ③ 11      ④ 12      ⑤ 13  
⑥ 14      ⑦ 15      ⑧ 16      ⑨ 17      ⑩ 18

問 3 次に、図4の回路で、B点の電位がA点の電位より9.0V高くなるように可変抵抗を変化させた。可変抵抗の抵抗値  $R[\Omega]$ はいくらか。最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。

$R =$    $\Omega$

- ① 12      ② 16      ③ 20      ④ 24      ⑤ 28  
⑥ 32      ⑦ 36      ⑧ 40      ⑨ 44      ⑩ 48

問 4 問3で変化させた可変抵抗の抵抗値のとき、この回路全体の消費電力はいくらか。最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。

W

- ① 40      ② 44      ③ 48      ④ 52      ⑤ 56  
⑥ 60      ⑦ 64      ⑧ 68      ⑨ 72      ⑩ 76



**第4問** 次の文章を読み、下の問(問1～4)に答えよ。

一定の振動数 $f_0$ [Hz]の音を出す音源が、半径100.0 mの水平な円周上を速さ $v$ [m/s]で等速運動している。この円と同一平面上で円の中心からの距離200.0 mの地点で静止している観測者が音源の出す音の振動数を測定したところ、ある時刻で最小振動数676.0 Hzを観測した26.8 s後に、最大振動数を観測した。音速は340 m/sとし、無風であるものとする。

問1 音源の速さ $v$ [m/s]はいくらか。最も適当なものを、次のうちから一つ選

べ。 $v = \boxed{13}$  m/s

- ① 7.80                      ② 9.10                      ③ 10.4                      ④ 11.7  
⑤ 13.0                      ⑥ 14.3                      ⑦ 15.6                      ⑧ 16.9

問2 音源の出す音の振動数 $f_0$ [Hz]はいくらか。最も適当なものを、次のうちか

ら一つ選べ。 $f_0 = \boxed{14}$  Hz

- ① 699                      ② 701                      ③ 703                      ④ 705  
⑤ 707                      ⑥ 709                      ⑦ 711                      ⑧ 713

問3 観測者が観測する音の最大振動数 $f_{max}$ [Hz]はいくらか。最も適当なもの

を、次のうちから一つ選べ。 $f_{max} = \boxed{15}$  Hz

- ① 737                      ② 739                      ③ 741                      ④ 743  
⑤ 745                      ⑥ 747                      ⑦ 749                      ⑧ 751

問4 観測者が円の中心からの距離が141.4 mの地点へ移動した。この地点で静止している観測者が、最大振動数を観測した後に最初に最小振動数を観測するまでの時間 $t$ [s]はいくらか。最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。

$t = \boxed{16}$  s

- ① 7.9                      ② 8.4                      ③ 8.9                      ④ 9.5  
⑤ 10.1                      ⑥ 10.6                      ⑦ 11.2                      ⑧ 13.3



**第5問** 次の文章を読み、下の問(問1～3)に答えよ。

図1のように、絶対屈折率(屈折率) $n$ ( $n > 1$ )、厚さ $d$ [m]の薄膜に波長 $\lambda$ [m]の単色光が空気中(屈折率1)から入射角 $i$ で入射した。屈折角は $r$ であった。薄膜の表面と底面からの反射光の干渉を考える。

薄膜の下の層が空気するとき、薄膜は次式にしたがって時間 $t$ [s]とともに薄くなっていくとする。

$$d = d_0 - at$$

ここで、 $d_0$ [m]は $t = 0$ sにおける薄膜の厚さであり、係数 $a$ [m/s]は正とする。反射光は干渉により時間とともに明暗を繰り返す。

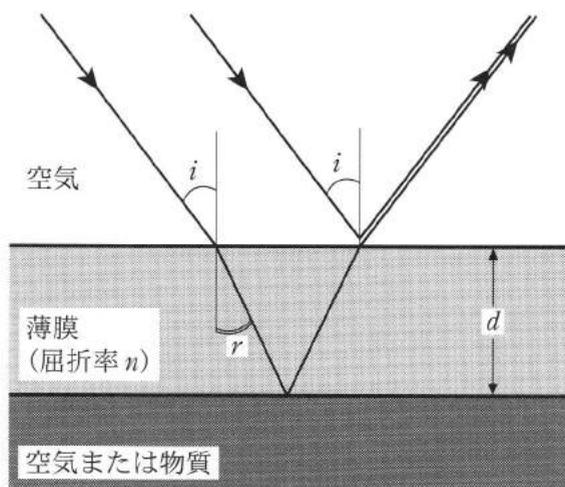


図1

問 1 薄膜の下の層が空気るとき、光が最後に強めあう時刻  $t_1$  [s] はいつか。最も

適切なものを、次のうちから一つ選べ。  $t_1 = \boxed{17}$  [s]

- ①  $\frac{2nd_0 \cos r - \lambda}{2na \cos r}$       ②  $\frac{2nd_0 \cos i - \lambda}{2na \cos i}$       ③  $\frac{n\lambda d_0}{a}$   
 ④  $\frac{2nd_0 - \lambda \cos r}{2na}$       ⑤  $\frac{4nd_0 - \lambda \cos r}{4na}$       ⑥  $\frac{nd_0 - \lambda}{a}$   
 ⑦  $\frac{2nd_0 - \lambda}{2a}$       ⑧  $\frac{4nd_0 \cos r - \lambda}{4na \cos r}$       ⑨  $\frac{4nd_0 \cos r - 3\lambda}{4na \cos r}$

問 2 薄膜の下の層に屈折率が  $n$  より大きい物質を置いたところ、係数  $a$  は半分の大きさ  $\frac{1}{2}a$  に変化した。光が最後に強めあう時刻は、前問の時刻  $t_1$  [s] を用いてどのように表されるか。最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。

$\boxed{18}$  [s]

- ①  $\frac{2t_1(nd_0 - \lambda)}{nd_0 \cos r}$       ②  $\frac{2t_1(2nd_0 \cos i - \lambda)}{2nd_0 \cos i}$   
 ③  $\frac{4t_1(d_0 - \lambda)}{\cos r}$       ④  $\frac{4t_1(d_0 - \lambda)}{2nd_0 \cos r - \lambda}$   
 ⑤  $\frac{2t_1\lambda(2nd_0^2 \cos r - \lambda^2)}{2nd_0 \cos r - \lambda}$       ⑥  $2t_1$   
 ⑦  $\frac{4t_1\lambda(2nd_0^2 \cos r - \lambda^2)}{4nd_0 \cos r - \lambda}$       ⑧  $\frac{4t_1(2nd_0 \cos r - \lambda)}{4nd_0 \cos r - \lambda}$   
 ⑨  $\frac{2nd_0 t_1 - \lambda}{2\lambda}$

問 3 光の干渉に関する記述内容として正しいものを、次の①～④のうちから二つ  
選べ。 19

- ① 真空中での光の速さを  $c$  とすると、屈折率  $n$  の媒質中での光の速さは  $c/n$  である。
- ② 屈折率  $n$  の媒質中を光が距離  $L$  進んだとき、 $L/n$  を光路長という。
- ③ 屈折率の大きな物質から小さな物質へ向かう境界面での反射の位相変化は、固定端反射に相当する。
- ④ しゃぼん玉がさまざまな色に色づいて見えるのは、白色光を当てたときに、膜の厚さや見る角度により強めあったり弱めあったりする光の波長が異なるためである。



**第6問** 次の文章を読み、下の問(問1～6)に答えよ。問1～4では対応する解答群より選択せよ。なお同じ番号を複数回選択してもよい。

滑らかに動くピストンの付いた円筒容器中に単原子分子からなる理想気体が入れている。図1のように、圧力  $p_0$  [Pa]、体積  $V_0$  [m<sup>3</sup>] の状態 A から圧力  $ap_0$  [Pa]、体積  $V_0$  [m<sup>3</sup>] の状態 B、圧力  $p_0$  [Pa]、体積  $aV_0$  [m<sup>3</sup>] の状態 C を経て再び状態 A に戻るようにゆっくりと変化させた。状態の変化は、各状態間を結ぶ直線に沿っての変化である。ただし  $a$  は 1 より大きな実数であるものとする。

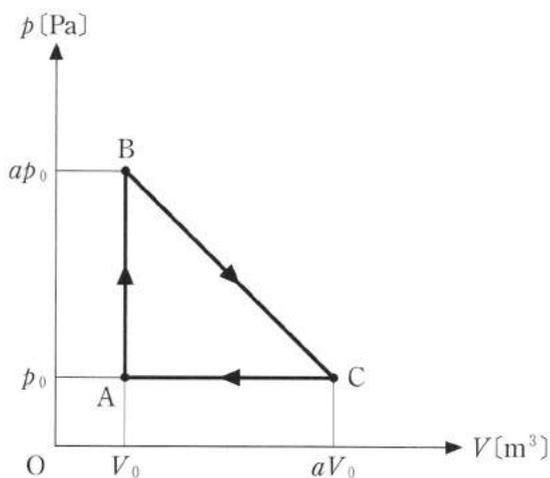


図1

問1 A→Bの過程で、気体が吸収する熱量はいくらか。最も適切なものを、解答群のうちから一つ選べ。  [J]

問2 C→Aの過程で、気体の内部エネルギーの増加はいくらか。最も適切なものを、解答群のうちから一つ選べ。  [J]

問3 A→B→C→Aのサイクルで、気体が外部にする仕事はいくらか。最も適切なものを、解答群のうちから一つ選べ。  [J]

問 4 B→Cの過程で、気体が吸収する熱量はいくらか。最も適切なものを、解答群のうちから一つ選べ。 23 [J]

20 ~ 23 の解答群

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| ① $-\frac{1}{2}(a-1)p_0V_0$   | ② $\frac{1}{2}(a-1)p_0V_0$   |
| ③ $-\frac{3}{2}(a-1)p_0V_0$   | ④ $\frac{3}{2}(a-1)p_0V_0$   |
| ⑤ $-\frac{5}{2}(a-1)p_0V_0$   | ⑥ $\frac{5}{2}(a-1)p_0V_0$   |
| ⑦ $-\frac{1}{2}(a-1)^2p_0V_0$ | ⑧ $\frac{1}{2}(a-1)^2p_0V_0$ |
| ⑨ $-\frac{3}{2}(a-1)^2p_0V_0$ | ⑩ $\frac{3}{2}(a-1)^2p_0V_0$ |
| ⑪ $-\frac{1}{2}(a^2-1)p_0V_0$ | ⑫ $\frac{1}{2}(a^2-1)p_0V_0$ |
| ⑬ $-\frac{3}{2}(a^2-1)p_0V_0$ | ⑭ $\frac{3}{2}(a^2-1)p_0V_0$ |

問 5 このサイクルを熱機関として利用したときの熱効率  $e$  はいくらか。最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。  $e =$  24

- |                        |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① $\frac{a-1}{2(a+1)}$ | ② $\frac{a-1}{2(a+2)}$ | ③ $\frac{a-1}{2(a+3)}$ | ④ $\frac{a-1}{2(a+4)}$ |
| ⑤ $\frac{a-1}{a+1}$    | ⑥ $\frac{a-1}{a+2}$    | ⑦ $\frac{a-1}{a+3}$    | ⑧ $\frac{a-1}{a+4}$    |
| ⑨ $\frac{2(a-1)}{a+1}$ | ⑩ $\frac{2(a-1)}{a+2}$ | ⑪ $\frac{2(a-1)}{a+3}$ | ⑫ $\frac{2(a-1)}{a+4}$ |

問 6 状態 A における気体の温度を  $T_0$  とするとき、B→C の過程で最も温度が高くなったときの温度  $T_{max}$  はいくらか。最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。  $T_{max} =$   [K]

①  $\frac{a^2}{2} T_0$

②  $\frac{a^2}{3} T_0$

③  $\frac{a^2}{4} T_0$

④  $\frac{a^2}{5} T_0$

⑤  $\frac{a^2 + 1}{2} T_0$

⑥  $\frac{a^2 + 1}{3} T_0$

⑦  $\frac{a^2 + 1}{4} T_0$

⑧  $\frac{a^2 + 1}{5} T_0$

⑨  $\frac{(a + 1)^2}{2} T_0$

⑩  $\frac{(a + 1)^2}{3} T_0$

⑪  $\frac{(a + 1)^2}{4} T_0$

⑫  $\frac{(a + 1)^2}{5} T_0$



**第7問** 次の文章を読み、下の問(問1～3)に答えよ。

ある金属で光電効果を観測したときの入射光の振動数 $\nu$ [Hz]と阻止電圧 $V_0$ [V]の関係は図1のようになった。電気素量は $e = 1.60 \times 10^{-19}$  C、プランク定数は $h = 6.63 \times 10^{-34}$  J·sを用いよ。

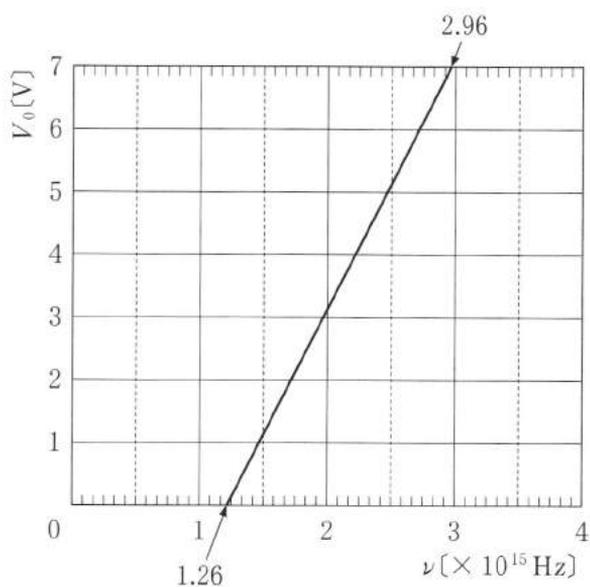


図1

問 1 光電効果に関する記述内容として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 26

- ① 飛び出した光電子の運動エネルギーの最大値は、光の振動数が大きいほど、また光の強さが強いほど大きくなる。
- ② 振動数が一定のまま光を強くしていくと、飛び出す光電子の数は増える。
- ③ X線を当てても光電効果は起き得る。
- ④ 図1から求められるプランク定数 $h_0$ と与えられたプランク定数 $h$ との差の絶対値 $|h - h_0|$ の大きさは $0.1 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 以下である。

問 2 表 1 はさまざまな金属の仕事関数の値である。図 1 で用いた金属として考えられるものはどれか。最も適切なものを、解答群から一つ選べ。 27

表 1

金属	仕事関数[eV]
セシウム	1.8
ナトリウム	2.3
マグネシウム	3.7
アルミニウム	4.1
タングステン	4.5
ニッケル	5.2
白金	5.8

27 の解答群

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| ① セシウム   | ② ナトリウム  | ③ マグネシウム |
| ④ アルミニウム | ⑤ タングステン | ⑥ ニッケル   |
| ⑦ 白金     |          |          |

問 3 以下の問(a), (b)に答えよ。

(a) 仕事関数が  $1.9 \text{ eV}$  のある金属を陰極と陽極とし, 光の振動数を  $8.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$  として光電効果の実験を行ったときの 阻止電圧[V]はいくらか。最も適切なものを, 次のうちから一つ選べ。 28 [V]

- ① 1.4                      ② 2.2                      ③  $2.2 \times 10^{-19}$       ④  $1.4 \times 10^{-19}$   
 ⑤  $2.4 \times 10^{-15}$       ⑥  $1.2 \times 10^{19}$       ⑦  $2.4 \times 10^{-4}$       ⑧ 2.4

(b) 陰極と陽極を仕事関数の大きな金属に変えて光電効果を観測すると, 陽極の電位(横軸)と光電流(縦軸)の関係を示すグラフの概形は, 図2の破線から実線に変化する。最も適切なものを, 次のうちから一つ選べ。ただし, 他の条件は変えないものとする。 29

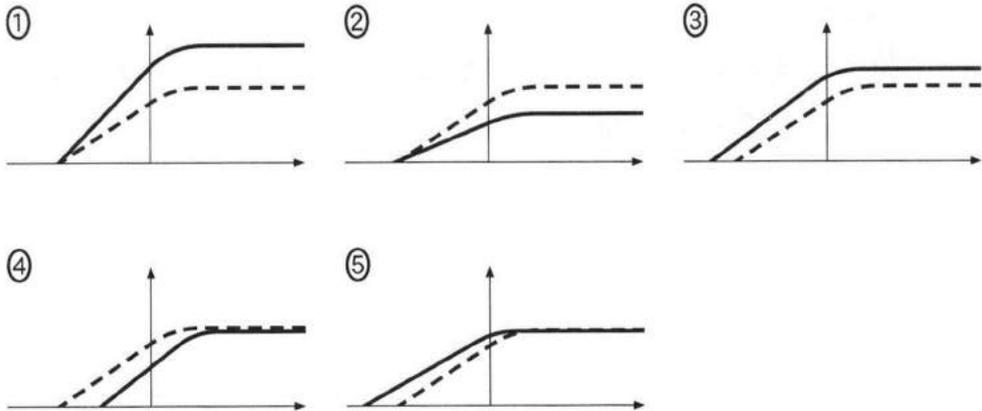


図 2

第8問 以下の問1～2に答えよ。

問1 次の①～④はボーアの理論に関連する記述である。記述内容として正しいものを二つ選べ。 30

- ① 量子条件を満たす状態の原子中における電子はエネルギーを失わず定常状態となる。電子の質量を  $m$  (kg), 速さを  $v$  (m/s), 軌道半径を  $r$  (m), プランク定数を  $h$  [J·s], 量子数を  $n$  とすると, 量子条件は

$$2\pi r = n \cdot \frac{h}{mv}$$

と表すことができる。

- ② 水素原子内の電子が原子核の周りを等速円運動しているモデルによると, 電子の静電気力による位置エネルギー ( $U$ ) に対する運動エネルギー ( $K$ ) の比 ( $K/U$ ) は  $1/4$  である。ただし, 位置エネルギーの基準を無限遠にとる。
- ③ 水素原子において, 量子数が  $n = 1$  の状態を基底状態といい,  $n \geq 2$  の状態を励起状態という。
- ④ 太陽光の連続スペクトルの中に見られる多くの暗線(フラウンホーファー線)は, 太陽や地球の大気に含まれる原子の原子核によって光が散乱されるために生じる。

問 2 図 1 は、水素原子のエネルギー準位  $E_n$  ( $n = 1, \dots, 6$ ) である。矢印は準位間の遷移を表している。ここで  $n$  は量子数であり、各  $E_n$  の値は表 1 に示してある。

電子がある軌道から他の軌道に移るとき放出される光の線スペクトルを考える。図 1 に示したエネルギー準位間の遷移のうち、波長が  $3.0 \times 10^{-7} \text{ m}$  から  $5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$  の範囲の光に対応する線スペクトルの本数は何本か。最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。ただし、電気素量は  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、プランク定数は  $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、光速は  $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$  を用いよ。

[本]

- |     |     |     |     |      |      |
|-----|-----|-----|-----|------|------|
| ① 0 | ② 1 | ③ 2 | ④ 3 | ⑤ 4  | ⑥ 5  |
| ⑦ 6 | ⑧ 7 | ⑨ 8 | ⑩ 9 | ⑪ 10 | ⑫ 11 |

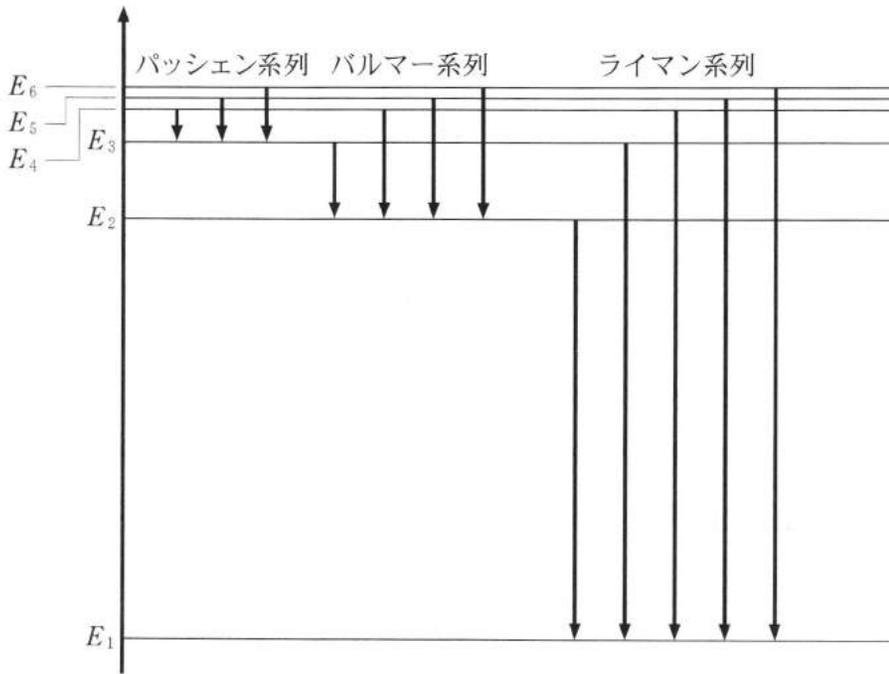


図 1

表 1

エネルギー [eV]	
$E_1$	- 13.6
$E_2$	- 3.42
$E_3$	- 1.52
$E_4$	- 0.856
$E_5$	- 0.547
$E_6$	- 0.380

