

令和7年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和7年1月27日

理 科 (120分)

I 注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- この問題冊子は92ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
物理 4～36ページ
化学 38～55ページ
生物 56～87ページ
- 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。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。
 - ② 氏名欄
氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				

物 理

1 次の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

問1 次の文章中の空欄 ア ～ ウ に入る数値の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

図1のようになめらかな水平面上に x 軸をとり、 x 軸に沿って質量 m の小物体Aと質量 m の小物体Bを軽いばねで連結し、静止させておく。このとき、ばねは自然長である。図1の x 軸正の向きを速度の正の向きとし、質量 $2m$ の小物体Cを x 軸に沿って速度 v_0 で小物体Aに衝突させる。衝突を含む運動はすべて x 軸上でのみ生じ、小物体Aと小物体Cの衝突は弾性衝突である。また、衝突した瞬間から直後までのばねの弾性力による力積は無視できると考えてよい。衝突直後の小物体Cの速度 v_c は $v_c = \text{ア} \times v_0$ となり、衝突直後の小物体A、小物体Bおよびばねからなる系の重心速度 v_g は $v_g = \text{イ} \times v_0$ となる。小物体A、小物体Bおよびばねからなる系を1つの物体Dと考え、重心速度 v_g を物体Dの速度と見なし、衝突を小物体Cと物体Dの衝突と見なすと、CとDの間の反発係数（はね返り係数） e は $e = \text{ウ}$ となる。

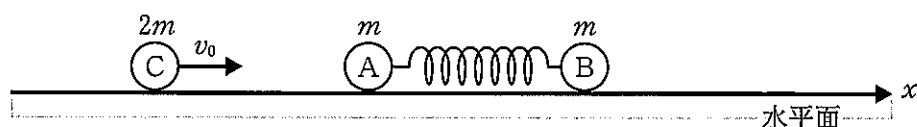


図1

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
イ	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
ウ	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$

問2 次の文章中の空欄 ア ～ ウ に入る式の組合せとして正しいものを、
下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 2

抵抗に電流が流れるとジュール熱が発生する。単位時間あたりに発生するジュール熱を、自由電子が抵抗（導体棒）中を速度に比例する抵抗を受けながら等速運動するモデルを用いて考察してみよう。電子の電荷を $-e(e>0)$ とし、導体棒中で自由電子の速さが v のときにはたらく抵抗力の大きさを、正の比例定数 k を用いて kv とする。

図2のように、断面積 S 、長さ L の一様な導体棒の両端に電圧 V がかけられ、一定の大きさ I の電流が流れている場合、導体棒中を運動する自由電子の速さ v は $v = \text{ア} \times V$ となる。単位時間あたりに導体棒内の電場が1個の自由電子にする仕事 P は $P = \text{イ} \times V^2$ となるので、単位体積あたりの自由電子の数を n とすると、単位時間あたりに導体棒で発生するジュール熱 Q は、 $Q = \text{ウ} \times P$ となる。 $I = enSv$ と表せるので、 $Q = IV$ と表せることが導き出される。

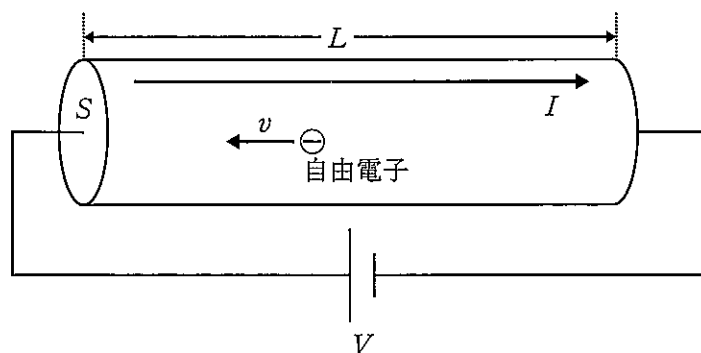


図2

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	$\frac{e}{2kL}$	$\frac{e}{2kL}$	$\frac{e}{2kL}$	$\frac{e}{2kL}$	$\frac{e}{kL}$	$\frac{e}{kL}$	$\frac{e}{kL}$	$\frac{e}{kL}$
イ	$\frac{e^2}{2kL^2}$	$\frac{e^2}{2kL^2}$	$\frac{e^2}{kL^2}$	$\frac{e^2}{kL^2}$	$\frac{e^2}{2kL^2}$	$\frac{e^2}{2kL^2}$	$\frac{e^2}{kL^2}$	$\frac{e^2}{kL^2}$
ウ	nSL	$\frac{SL}{n}$	nSL	$\frac{SL}{n}$	nSL	$\frac{SL}{n}$	nSL	$\frac{SL}{n}$

問3 次の文章中の空欄 ア , イ に入る式の組合せとして正しいものを、
下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

空気中で、図3のように、ガラス管Pにピストンを取り付け、ピストンを自由に動かすことができるようにする。ガラス管Pの右側の管口近くに、一定の振動数 f_0 の音を発する音源Sを置いて音を出す。音源Sを静止させた状態で音を出し、ピストンを管の右端から左へ徐々に動かしていったところ、ガラス管Pの右側からピストンまでの距離が L のとき、初めて共鳴音が聞こえた。空気中の音速を V とし、開口端補正は無視できるものとする。これより、 $f_0 =$ ア となる。

次に、図4のように、音源Sを一定の速さ v ($v < V$) でガラス管Pより遠ざけながら、気柱の長さが L の位置からピストンを左へ徐々に動かしていったところ、気柱の長さが $L + \Delta L$ になったとき、再びPから共鳴音が聞こえた。これより、音源が遠ざかる速さ v は、 $v =$ イ $\times V$ となる。

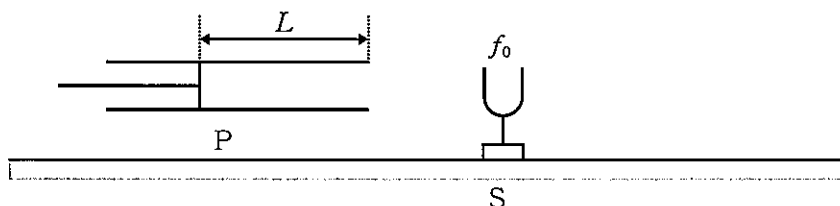


図3

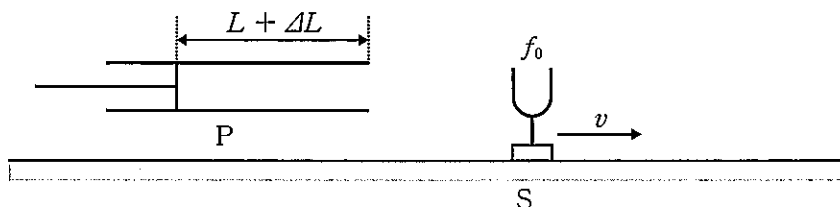


図4

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	$\frac{V}{4L}$	$\frac{V}{4L}$	$\frac{V}{4L}$	$\frac{V}{4L}$	$\frac{V}{2L}$	$\frac{V}{2L}$	$\frac{V}{2L}$	$\frac{V}{2L}$
イ	$\frac{\Delta L}{2L}$	$\frac{\Delta L}{L}$	$\sqrt{\frac{\Delta L}{2L}}$	$\sqrt{\frac{\Delta L}{L}}$	$\frac{\Delta L}{2L}$	$\frac{\Delta L}{L}$	$\sqrt{\frac{\Delta L}{2L}}$	$\sqrt{\frac{\Delta L}{L}}$

問 4 次の文章中の空欄 ア , イ に入る数値の組合せとして正しいものを, 下の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 4

ウラン系列は, ウラン $^{238}_{92}\text{U}$ から, α 崩壊と β 崩壊を繰り返しながら, ラドン $^{222}_{86}\text{Rn}$ を経て, 安定な鉛の同位体 $^{206}_{82}\text{Pb}$ に至る放射性元素の系列である。ウラン $^{238}_{92}\text{U}$ から鉛 $^{206}_{82}\text{Pb}$ に至るまでに β 崩壊は ア 回生じている。

ラドン $^{222}_{86}\text{Rn}$ の原子核の数は約 15 日後にはじめの $\frac{1}{16}$ となる。これより, ラドン $^{222}_{86}\text{Rn}$ の半減期は約 イ 日である。

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	6	6	6	8	8	8
イ	1.6	3.8	7.2	1.6	3.8	7.2

2 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

図1は、地表面のわずかに外側を回る人工衛星Xと、地球内部に掘った地球の中心Oを通る直線状の細いトンネルABに沿って運動する物体Yの様子を表している。地球を、点Oを中心とした半径が R で一様な密度 ρ の球と考え、人工衛星Xと物体Yは、それぞれ地球からの万有引力のみを受けて運動するものとする。なお、地球の自転や公転、大気の影響、トンネルを掘ることによる地球の質量の変化は考えないものとし、万有引力定数を G 、地表面における重力加速度の大きさを g とする。また、物体Yの運動はABを通る直線上のみで生じ、人工衛星Xと物体Yの大きさは無視できるものとする。

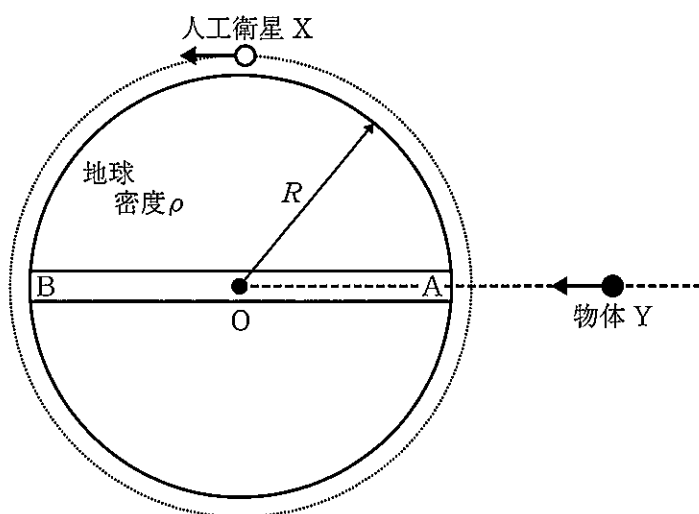


図1

問1 次の文章中の空欄 ア , イ に入る式の組合せとして正しいものを、
下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

地表面のわずかに外側を回る人工衛星 X は、地球から万有引力を受けて半径 R の等速円運動をしている。このときの人工衛星 X の速さは ア と表される。これにより、人工衛星 X が地球を一回りするのに要する時間（周期）は $2\pi \times$ イ となる。

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\sqrt{\frac{gR}{2}}$	$\sqrt{\frac{gR}{2}}$	$\sqrt{gR}$	$\sqrt{gR}$	$\sqrt{2gR}$	$\sqrt{2gR}$
イ	$\sqrt{\frac{R}{2g}}$	$\sqrt{\frac{g}{2R}}$	$\sqrt{\frac{R}{g}}$	$\sqrt{\frac{g}{R}}$	$\sqrt{\frac{2R}{g}}$	$\sqrt{\frac{2g}{R}}$

次に、地球内部に掘ったトンネル AB に沿って運動する物体 Y について考えてみよう。図 2 のように地球の中心 O を原点とし、トンネルの端 B から端 A に向かう向きを正の向きとして x 軸をとる。

物体 Y が位置 $x = r (r \leq R)$ にあるとき、地球から Y にはたらく万有引力の大きさは、半径 r の球の内部にある質量がすべて点 O にあるとした場合の万有引力の大きさに等しく、半径 r の球外部の質量にはよらないことに注目する。

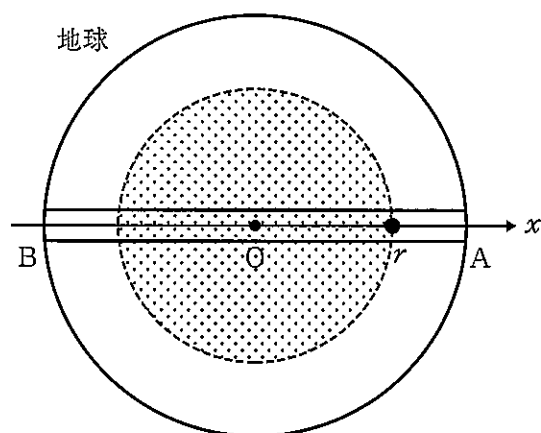


図 2

問2 物体 Y が位置 $x = r (r \leq R)$ にあるとき、Y の加速度の大きさは、地表面における重力加速度の大きさ g の何倍か。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

① $\frac{r}{R}$

② $\frac{R}{r}$

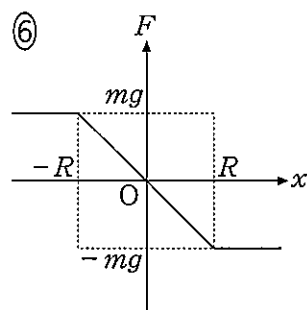
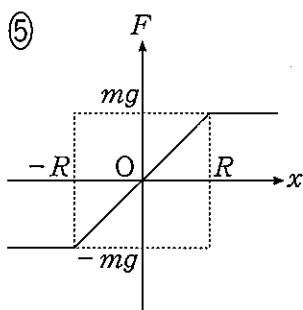
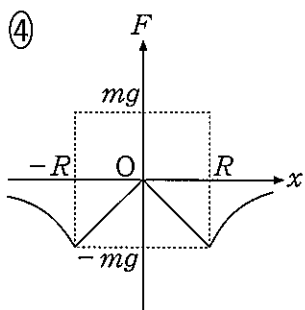
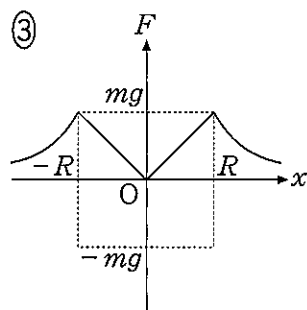
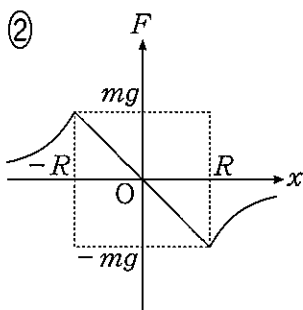
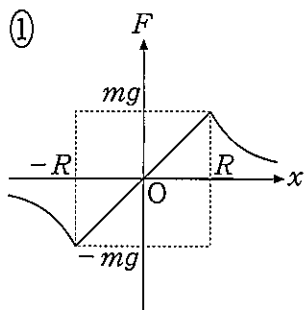
③ $\left(\frac{r}{R}\right)^2$

④ $\left(\frac{R}{r}\right)^2$

⑤ $\sqrt{\frac{r}{R}}$

⑥ $\sqrt{\frac{R}{r}}$

問3 物体 Y の質量を m としたとき、Y の位置 x と Y にはたらく力 F の関係を表すグラフの概形として最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、力 F は x 軸正の向きを正とする。 3



物体 Y をトンネルの端 A において静かにはなすと、Y は点 O を中心とした単振動をする。

問 4 次の文章中の空欄 ア，イ に入る式および数値の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

物体 Y の単振動の角振動数は ア であり、その周期は、人工衛星 X が地球を一回りする時間の イ 倍である。

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\sqrt{\frac{g}{R}}$	$\sqrt{\frac{g}{R}}$	$\sqrt{\frac{g}{R}}$	$\sqrt{\frac{R}{g}}$	$\sqrt{\frac{R}{g}}$	$\sqrt{\frac{R}{g}}$
イ	$\frac{1}{2\pi}$	1	2π	$\frac{1}{2\pi}$	1	2π

3 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

図1のように、ついたてに開けた十分幅の狭いスリットOに、振動数 f 、波長 λ で位相のそろった平面波（光波）が入射し、スリットOを通して回折して、十分離れたスクリーンに届く。スクリーンはスリットOを中心とした半径 L の半円形であり、Oを通るついたてに対する垂線とスクリーンとの交点をO'とする。スクリーン上で波の変位を測定する可動観測点Qを考える。点Qの位置は、OO'に対するOQのなす角を $\theta \left(-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \right)$ [rad] として指定する。時刻 t におけるスクリーン上の任意の点での光波の変位 $y_s(t)$ が、

$$y_s(t) = A \sin 2\pi \left(ft - \frac{L}{\lambda} \right) \quad \cdots \cdots (1)$$

で表せるものとする。なお、必要ならば、以下の三角関数の公式を用いよ。

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

$$\sin \alpha \pm \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha \pm \beta}{2} \cos \frac{\alpha \mp \beta}{2}$$

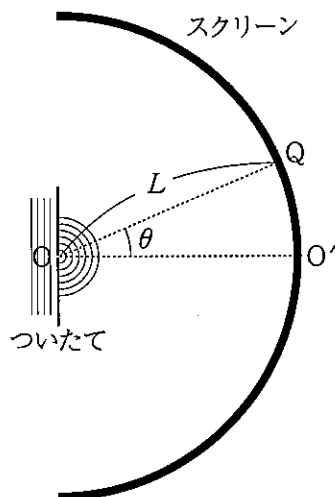


図1

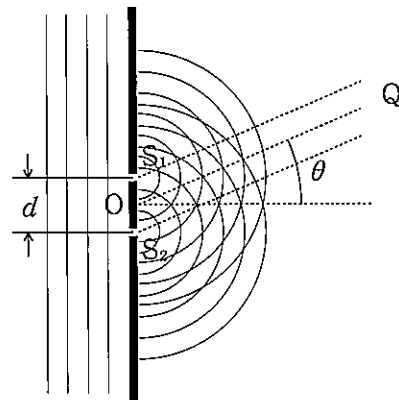


図2

問1 時刻 t のときのスリット O における光波の変位 $y_0(t)$ はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし、スリット O における光波の振幅を A_0 とする。 $y_0(t) = \boxed{1}$

- ① $-A_0 \sin 2\pi ft$ ② $A_0 \sin 2\pi ft$ ③ $-A_0 \cos 2\pi ft$ ④ $A_0 \cos 2\pi ft$

図2のように、スリット O をふさぎ、O を中心として、2つのスリット S_1 , S_2 を距離 d だけ離して開ける。ただし、 d は L に比べて十分小さいものとする。

問2 $OQ = L$ であり、 d が L に比べて十分小さいことから、 $S_1Q = L - \Delta L$, $S_2Q = L + \Delta L$ と近似できる。 ΔL はいくらか。正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 $\Delta L = \boxed{2}$

- ① $d \sin \theta$ ② $d \cos \theta$ ③ $\frac{d}{2} \sin \theta$ ④ $\frac{d}{2} \cos \theta$
 ⑤ $\frac{d^2}{2} \sin \theta$ ⑥ $\frac{d^2}{2} \cos \theta$ ⑦ $\frac{d^2}{2L} \sin \theta$ ⑧ $\frac{d^2}{2L} \cos \theta$

入射波は平面波なので、スリット S_1 , S_2 での波の変位はスリット O での波の変位と等しく、 $y_0(t)$ である。スリット S_1 , S_2 を通って回折し、スクリーンに届く光波の観測点 Q における変位をそれぞれ $y_1(t)$, $y_2(t)$ とする。

問3 スリット S_1 を通る光波の観測点 Q における変位 $y_1(t)$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $y_1(t) = \boxed{3}$

- ① $A \sin 2\pi\left(ft + \frac{\Delta L}{\lambda}\right)$ ② $A \sin 2\pi\left(ft - \frac{\Delta L}{\lambda}\right)$
 ③ $A \sin 2\pi\left(ft - \frac{L + \Delta L}{\lambda}\right)$ ④ $A \sin 2\pi\left(ft - \frac{L - \Delta L}{\lambda}\right)$
 ⑤ $A \sin 2\pi\left(ft - \frac{L + 2\Delta L}{\lambda}\right)$ ⑥ $A \sin 2\pi\left(ft - \frac{L - 2\Delta L}{\lambda}\right)$

問4 観測点 Q で観測される合成波の変位 $y_1(t) + y_2(t)$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$y_1(t) + y_2(t) = 2A \sin 2\pi\left(ft - \frac{L}{\lambda}\right) \times \boxed{4}$$

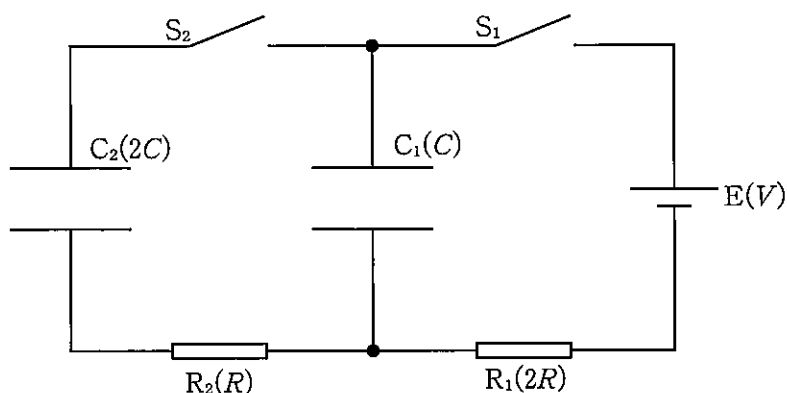
- ① $\sin \pi \frac{\Delta L}{\lambda}$ ② $\sin 2\pi \frac{\Delta L}{\lambda}$ ③ $\sin 4\pi \frac{\Delta L}{\lambda}$
 ④ $\cos \pi \frac{\Delta L}{\lambda}$ ⑤ $\cos 2\pi \frac{\Delta L}{\lambda}$ ⑥ $\cos 4\pi \frac{\Delta L}{\lambda}$

問5 $d = 4\lambda$ の関係があるとき、可動観測点 Q を $\theta = -\frac{\pi}{2}$, $\theta = \frac{\pi}{2}$ までゆつくりと動かすと、観測される光は明暗をくり返した。観測される明るさが極大となる位置は、半円形のスクリーン全体では何カ所か。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\boxed{5}$

- ① 4 ② 5 ③ 6
 ④ 7 ⑤ 8 ⑥ 9

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

抵抗値がそれぞれ $2R$, R の抵抗 R_1 , R_2 , 電気容量がそれぞれ C , $2C$ のコンデンサー C_1 , C_2 , 起電力が V の電池 E およびスイッチ S_1 , S_2 を図のように接続した回路がある。最初、スイッチは開いており、コンデンサーに電荷は蓄えられていない。 R_1 , R_2 以外の電気抵抗はすべて無視でき、回路の自己インダクタンスも無視できるものとする。



スイッチ S_1 を閉じると、抵抗 R_1 に電流が流れ、コンデンサー C_1 の充電が始まる。

問1 スイッチ S_1 を閉じた直後に、抵抗 R_1 に流れる電流の大きさ I_0 はいくらか。

正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $I_0 = \boxed{1} \times \frac{V}{R}$

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

問2 抵抗 R_1 を流れる電流の大きさが $\frac{1}{3}I_0$ となった瞬間にスイッチ S_1 を開いた。

このとき、コンデンサー C_1 に蓄えられている静電エネルギー U_1 はいくらか。

正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。 $U_1 = \boxed{2} \times CV^2$

- ① $\frac{1}{10}$ ② $\frac{1}{9}$ ③ $\frac{2}{9}$ ④ $\frac{4}{9}$ ⑤ $\frac{1}{2}$ ⑥ $\frac{2}{3}$

問2のあと、スイッチ S_2 を閉じると、抵抗 R_2 に電流が流れた。

問3 抵抗 R_2 に流れる電流の大きさが I_0 となったとき、コンデンサー C_2 に蓄えら

れた電荷 Q_2 はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。

$Q_2 = \boxed{3} \times CV$

- ① $\frac{1}{18}$ ② $\frac{1}{9}$ ③ $\frac{5}{18}$ ④ $\frac{7}{18}$ ⑤ $\frac{5}{9}$ ⑥ $\frac{7}{9}$

問4 スイッチ S_2 を閉じてから抵抗 R_2 に流れる電流の大きさが I_0 となるまでに、

抵抗 R_2 で発生したジュール熱 W_2 はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のう

ちから一つ選べなさい。 $W_2 = \boxed{4} \times CV^2$

- ① $\frac{7}{216}$ ② $\frac{1}{18}$ ③ $\frac{7}{108}$ ④ $\frac{17}{108}$ ⑤ $\frac{5}{18}$ ⑥ $\frac{5}{9}$

5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

気体の温度と気体分子の速さの関係を調べるために、図1に示す装置を組み立て、真空中に設置した。気体を断熱材でできた容器に入れ、温度調節器で気体の温度を任意の温度に保つことができるようにした。容器の壁には小穴Oが開いていて、ここから気体分子が容器の外部へ飛び出す。容器の外には2枚の薄い円盤 R_1 および R_2 が中心を間隔 s だけ離して中心を貫く軸で連結して置かれている。円盤には、それぞれ小さなスリット S_1 , S_2 が開けられ、 S_2 は S_1 に対して角度 θ ($0 < \theta < 2\pi$) [rad] だけずらしてある。円盤 R_2 のすぐ右側には気体分子を検出するための検出器が置かれており、検出した分子の数を測定することができる。

小穴Oと検出器を結ぶ直線（以下射線と呼ぶ）と円盤の連結軸は平行で、円盤の連結軸を回転させると、射線をスリット S_1 , S_2 が横切る。スリットは気体分子がちょうど通り抜けられる幅となっているため、小穴Oを飛び出し、検出器で検出される気体分子は、特定の速度をもつものに限定される。連結軸の回転の角速度の大きさを ω とし、気体分子にはたらく重力の影響は無視できるものとする。以下では、検出器に到達する気体分子は、スリット S_1 がちょうど射線を横切るときに S_1 を通過し、その後スリット S_2 がはじめて射線を横切るときに S_2 を通過するもののみを考えればよいものとする。また、気体はすべて理想気体として扱ってよいものとする。なお、気体定数を R 、ボルツマン定数を k とする。

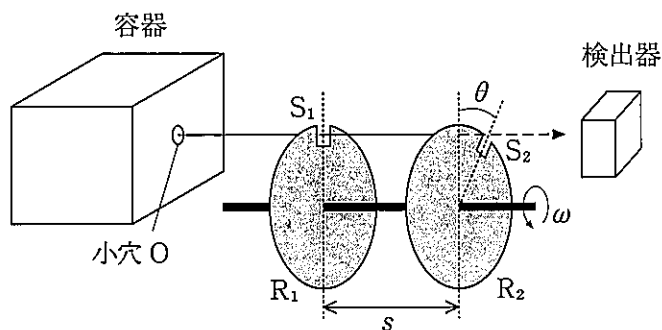


図1

問1 小穴 O を飛び出して検出器に到達する気体分子の速さ v_0 はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $v_0 = \boxed{1}$

① $\frac{s\omega}{\theta}$

② $\frac{\theta}{s\omega}$

③ $\frac{s\omega}{2\pi}$

④ $\frac{\theta\omega}{2\pi}$

⑤ $\frac{2\pi s}{\omega\theta}$

⑥ $\frac{s\omega\theta}{2\pi}$

容器内の気体には、様々な速度の気体分子が含まれる。気体分子の速度 v について、 v^2 の分子全体の平均を $\overline{v^2}$ とすると、 $\sqrt{\overline{v^2}}$ は二乗平均速度と呼ばれ、分子の速さを表すひとつの目安となる。

問2 容器内の気体が、温度 T 、分子 1 個の質量 m の単原子分子理想気体であるとき、 $\sqrt{\overline{v^2}}$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$\sqrt{\overline{v^2}} = \boxed{2}$

① $\sqrt{\frac{kT}{2m}}$

② $\sqrt{\frac{3kT}{2m}}$

③ $\sqrt{\frac{3kT}{m}}$

④ $\frac{kT}{2m}$

⑤ $\frac{3kT}{2m}$

⑥ $\frac{3kT}{m}$

問3 図2は、単原子分子であり分子量が40であるアルゴン Ar の温度 T_1 における分子の速さの分布である。また、図3は、温度 T_2 の場合の Ar と単原子分子 X の速さ分布である。なお、図3中の破線で表される曲線は、図2中の曲線と同様のものである。気体分子の速さの分布については、分子数が最大値をとるときの分子の速さを v_p とすれば二乗平均速度が $\sqrt{v^2} \doteq 1.2v_p$ で与えられることが知られている。このとき、温度 T_1 、 T_2 の大小関係および、分子 X の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、分子 X は Ne (20), Kr (84), Xe (131) のいずれかであり、括弧内の数値はそれぞれの分子量を表している。

3

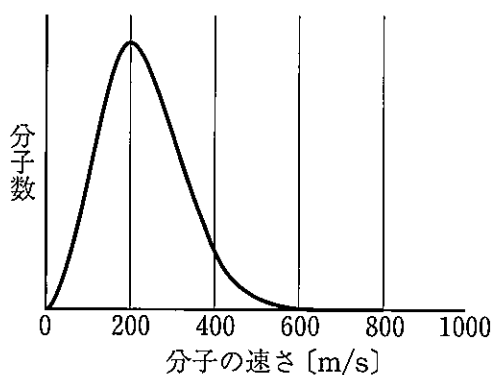


図2

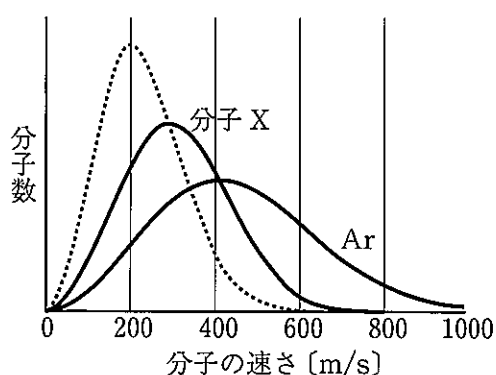


図3

	①	②	③	④	⑤	⑥
温度の大小関係	$T_1 < T_2$	$T_1 < T_2$	$T_1 < T_2$	$T_1 > T_2$	$T_1 > T_2$	$T_1 > T_2$
分子 X	Ne	Kr	Xe	Ne	Kr	Xe

分子が複数の原子からなる気体については、分子の並進運動のほかに回転運動や振動運動の効果も考える必要がある。気体の温度が上昇していくと回転運動の効果が増えるが、温度がそれほど高くない場合は、並進運動による運動エネルギーと回転運動による運動エネルギーを分離して、それぞれ考えてよく、理想気体 1 mol 当たりの内部エネルギーは、単原子分子理想気体では $\frac{3}{2}RT$ 、二原子分子理想気体では回転の寄与があるため、 $\frac{5}{2}RT$ である。以下、温度がそれほど高くない場合について考えるものとする。

問4 分子の回転運動による気体の内部エネルギーへの効果を確認してみよう。図4に示すように、容積 V_0 の容器 A と容積 $2V_0$ の容器 B を細いパイプで連結し、パイプの途中にバルブを付け、バルブを閉めた状態で A にヘリウム He ガスを、B に水素 H_2 ガスをそれぞれ n_A [mol] および n_B [mol] ずつ詰めた。最初、容器 A 内の He ガスの圧力は P_0 、絶対温度は T_0 、容器 B 内の H_2 ガスの圧力は $2P_0$ 、絶対温度は $2T_0$ であった。バルブをゆっくり開き、十分時間が経って熱平衡になった。このときの容器内の気体の絶対温度を T とする。 T はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、容器 A、容器 B、パイプ、およびバルブは断熱材でできていて、パイプやバルブの体積は無視でき、気体は理想気体とする。 $T = \boxed{4} \times T_0$

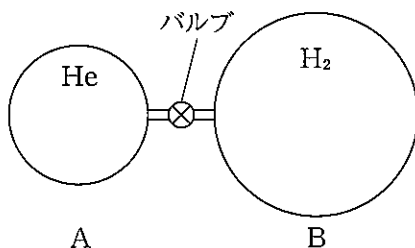


図4

① $\frac{5}{4}$

② $\frac{3}{2}$

③ $\frac{2}{3}$

④ $\frac{7}{10}$

⑤ $\frac{3}{5}$

⑥ $\frac{23}{13}$