

理 科 (120分)

I 注意事項

- 1 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。
- 2 この問題冊子は83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 4～27ページ
 化学 28～51ページ
 生物 52～83ページ
- 3 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。
- 4 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。
- 5 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。
- 6 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

- 1 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				

中国語の基礎知識と学習法

中国語の基礎知識と学習法

中国語の基礎知識

中国語の基礎知識

中国語の基礎知識とは、中国語の基本的な文法や語彙、発音などを学ぶことである。中国語は、漢語を基盤として発展してきた言語であり、その特徴として、語順が主語-動詞-目的語の順で並び、動詞が文の中心となる点がある。

中国語の基礎知識を学ぶには、まず発音の学習が重要である。中国語には、母音と子音の組み合わせによって成る声調があり、これが単語の意味を決定する。例えば、「マ」は声調によって「母（はは）」「馬（うま）」「暮（よる）」など、全く異なる意味を持つ。したがって、発音の練習は、中国語を学ぶ上で不可欠である。

次に、文法の基礎知識として、中国語の文法構造を理解する必要がある。中国語は、動詞が文の中心となる。動詞の前には主語が、動詞の後には目的語が来る。また、中国語には、動詞の活用がなく、動詞の形は常に同じである。これは、動詞の前や後に助詞や助動詞が加わることで、動詞の意味や文法機能が変化する。例えば、「吃（食べる）」という動詞には、「吃を（食べて）」、「吃を（食べて）を（食べて）」など、様々な文法機能が表現される。

中国語の基礎知識を学ぶには、単語の学習も重要である。中国語には、漢字と音読みが併用されている。漢字は、単語の意味を表現するのにも役立つが、音読みは、単語の発音を正確に覚えるために必要である。したがって、単語を学ぶ際には、漢字と音読みを同時に覚える必要がある。

中国語の基礎知識を学ぶには、中国語の文化や生活習慣についても学ぶ必要がある。中国語は、中国の文化や生活習慣を反映している言語であり、中国語を学ぶことは、中国の文化や生活習慣を理解するのにも役立つ。したがって、中国語の基礎知識を学ぶ際には、中国の文化や生活習慣についても学ぶ必要がある。

中国語の基礎知識

中国語の基礎知識を学ぶには、中国語の文化や生活習慣についても学ぶ必要がある。中国語は、中国の文化や生活習慣を反映している言語であり、中国語を学ぶことは、中国の文化や生活習慣を理解するのにも役立つ。したがって、中国語の基礎知識を学ぶ際には、中国の文化や生活習慣についても学ぶ必要がある。

0	0	8	7	0	1	7		
0	0	0	0	0	0	0	0	0

中国語の基礎知識

中国語の基礎知識

解 答

(問題は次ページから始まる)



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 , 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。 1

図1のように、ばね定数 k の軽いばねの一端に質量 $2m$ の板を取り付け、板が水平になるように鉛直方向に立てる。さらに、板の上に質量 m の小物体を置くと、全体はばねが自然長から d だけ縮んだ位置で静止する。この位置を原点 O とし、鉛直上向きに y 軸をとる。全体を $y = -2d$ の位置まで押し下げて静かに放したところ、板は水平を保ちながら一体となって上昇を始め、 $y = d$ (ばねの自然長の位置) で小物体が板より離れた。離れた瞬間の小物体の速さは ア $\times d\sqrt{\frac{k}{m}}$ であり、 $y = -2d$ の位置から一体となって上昇を開始して、 $y = d$ の位置で小物体が板から離れるまでに要した時間は イ $\times 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ である。ただし、板の厚さや小物体の大きさ、空気抵抗は無視でき、運動は鉛直方向にのみ生じるものとする。

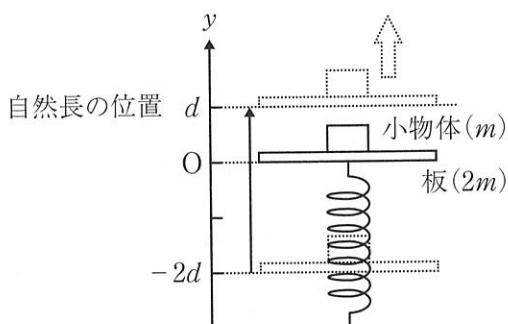


図1

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\frac{1}{2}$	1	3	$\frac{1}{2}$	1	3
イ	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$

問2 次の文章中の空欄 **ア** , **イ** に入る語句または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。 **2**

風のない晴れた暑い夏の日、アスファルトの道路上などで、遠くに水溜りがあるように光って見えることがある。空からの光が地表近くの大气で曲げられることによって、あたかも水溜りがあるように見え、近づくと、この水溜りは遠く離れて行くので「逃げ水」と呼ばれている。逃げ水は、地表近くの空気が熱せられ、空気の屈折率が変化することで、光が **ア** して生じる。人の眼の真下の地表の点を原点 O として、水平右向きに x 軸、鉛直上向きに y 軸をとり、簡単のため、図2のように、高さ D の位置で不連続に空気の屈折率が n_1 から $n_2 (> n_1)$ に変化するとし、高さ $h (> D)$ の位置に人の眼があるものとする。この場合、逃げ水が見え始める位置（人と逃げ水の距離） d は、 $d =$ **イ** $\times h$ となる。蜃気楼も逃げ水と同様の原理によって生じる現象である。

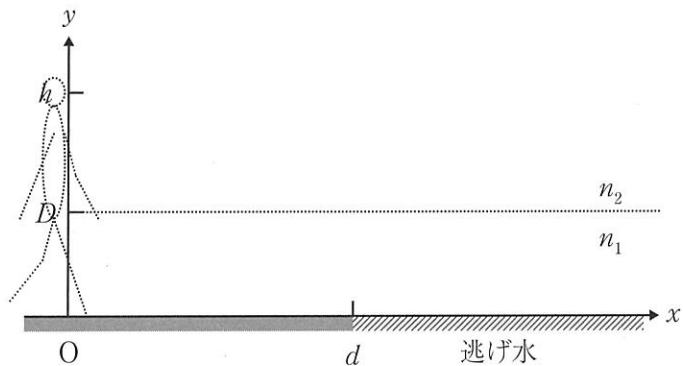


図2

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	全反射	散乱	分散	全反射	散乱	分散
イ	$\frac{n_1}{\sqrt{n_2^2 - n_1^2}}$	$\sqrt{\frac{n_1}{n_2 - n_1}}$	$\frac{n_1}{n_2 - n_1}$	$\frac{n_2}{\sqrt{n_2^2 - n_1^2}}$	$\sqrt{\frac{n_2}{n_2 - n_1}}$	$\frac{n_2}{n_2 - n_1}$

この問題は、解答用紙(下書き用紙)の裏面に解答を記入し、解答欄に記入し、解答用紙を提出する。この問題は、解答用紙(下書き用紙)の裏面に解答を記入し、解答欄に記入し、解答用紙を提出する。

この問題は、解答用紙(下書き用紙)の裏面に解答を記入し、解答欄に記入し、解答用紙を提出する。この問題は、解答用紙(下書き用紙)の裏面に解答を記入し、解答欄に記入し、解答用紙を提出する。



①	②	③	④	⑤	⑥
0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5

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①~⑥のうちから一つ選びなさい。 **3**

導体に電圧 V を加えると, 流れる電流の強さ I は電圧 V に比例する (オームの法則)。この法則を金属内部の自由電子の運動に着目して考えてみよう。導体の断面積を S , 長さを l , 導体内部の単位体積当たりの自由電子の数を n とし, 電子の質量を m , 電荷を $-e$ ($e > 0$) とする。

図3のように, 自由電子は金属イオンと時間 t_0 毎に衝突を繰り返し, 衝突すると運動エネルギーをすべて失って速さ 0 となるモデルを考える。この場合, 自由電子は平均の速さ \bar{v} で導体内部を運動すると考えることができる。このとき, 電流の強さは $I = enS\bar{v}$ と表される。 $\bar{v} =$ **ア** $\times V$ より, 電流の強さ I は電圧 V に比例することが分かる。導体の抵抗率を ρ とすると, 電気抵抗 R は $R = \rho \frac{l}{S}$ と表されるので, $\rho =$ **イ** となる。

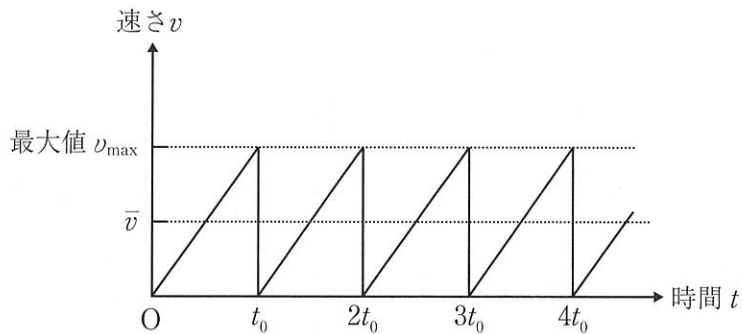


図3

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\frac{et_0}{2ml}$	$\frac{et_0}{2ml}$	$\frac{et_0}{ml}$	$\frac{et_0}{ml}$	$\frac{2et_0}{ml}$	$\frac{2et_0}{ml}$
イ	$\frac{m}{e^2nt_0}$	$\frac{2m}{e^2nt_0}$	$\frac{m}{e^2nt_0}$	$\frac{2m}{e^2nt_0}$	$\frac{m}{e^2nt_0}$	$\frac{2m}{e^2nt_0}$

この問題を(2)の条件で(下書き用紙)で解答すること、また

1の間は次に続く。

図1は、図2の電路に、図3の抵抗器を接続して、図4の電路を得た。図4の電路の電圧降下を、図2の電路の電圧降下と等しくするために、図3の抵抗器の抵抗値を求めたい。図2の電路の電圧降下を V とし、図3の抵抗器の抵抗値を R とする。図4の電路の電圧降下を V' とし、図2の電路の電圧降下 V と等しくするために、図3の抵抗器の抵抗値 R を求めたい。図4の電路の電圧降下 V' を、図2の電路の電圧降下 V と等しくするために、図3の抵抗器の抵抗値 R を求めたい。



図4

①	②	③	④	⑤	⑥
$\frac{1}{5}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{2}{5}$
$\frac{1}{5} R$	0	$\frac{1}{5} R$	$\frac{1}{5} R$	0	$\frac{1}{5} R$

問4 次の文章中の空欄 **ア** , **イ** に入る数値または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。 **4**

図4のように、容積が V で等しい容器 A, B を容積の無視できる栓の付いた細管で接続する。容器 A, B のそれぞれの底面には温度を一定に調整する装置 L_A , L_B が取り付けられていて、各容器内の温度を一定に保てるようになっている。それ以外は細管も含め断熱材で覆われており、熱の出入りは装置 L_A , L_B 以外からはない。最初、細管の栓は閉じた状態で、容器 A, B 内に単原子分子理想気体をそれぞれ n [mol] 入れる。この後、栓を開けて気体を混合する。混合後も装置 L_A , L_B により、容器 A 内の温度は $2T_0$ に、容器 B 内の温度は T_0 に保たれる。気体定数を R とし、常に熱平衡状態が成り立っているものとする。

栓を開けて十分に時間が経過した後、容器 A と容器 B 内の気体の圧力は等しく、**ア** $\times \frac{nRT_0}{V}$ となる。また、容器 A, B 全体の気体の内部エネルギーの総和に着目すると、栓を開ける前の内部エネルギーの総和を U_0 、栓を開けた後の内部エネルギーの総和を U_1 としたとき、 $U_1 - U_0 =$ **イ** となる。

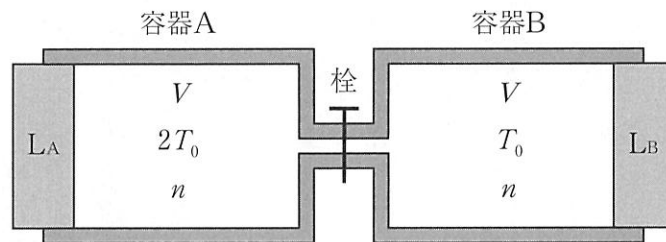


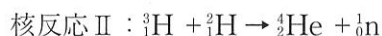
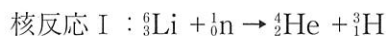
図4

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4}{3}$
イ	$-\frac{1}{2}nRT_0$	0	$\frac{1}{2}nRT_0$	$-\frac{1}{2}nRT_0$	0	$\frac{1}{2}nRT_0$

物理の試験問題は次に続く。

2 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

次の核反応について考えてみよう。



${}^1_0\text{n}$ は中性子であり、各原子核 ${}^3_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$, ${}^4_2\text{He}$, ${}^6_3\text{Li}$ の結合エネルギーはそれぞれ 2.2 MeV, 8.4 MeV, 28.4 MeV, 32.0 MeV である。また、必要ならば、各原子核の質量比は質量数の比と近似してよい。

核反応 I が、静止している原子核 ${}^6_3\text{Li}$ に遅い中性子 ${}^1_0\text{n}$ が衝突して生じたとする。この場合、反応前の原子核 ${}^6_3\text{Li}$ と中性子 ${}^1_0\text{n}$ の運動量の和と運動エネルギーの和はどちらも 0 とみなしてよいものとする。

問1 核反応 I によって生じる核エネルギーの値 Q_1 はいくらか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $Q_1 =$ MeV

- ① 1.2 ② 2.3 ③ 3.8 ④ 4.8 ⑤ 12.0 ⑥ 13.5

問2 核反応 I によって生じる核エネルギー Q_1 がすべて、反応後の原子核 ${}^4_2\text{He}$ と原子核 ${}^3_1\text{H}$ の運動エネルギーになったとする。この場合、原子核 ${}^3_1\text{H}$ の運動エネルギーの値 K_1 はいくらか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $K_1 =$ MeV

- ① 1.5 ② 2.2 ③ 2.7 ④ 3.0 ⑤ 3.2 ⑥ 3.8

問題 11 (第 2 問) (下書き用紙) 解答は次のように書く。このとき、問題 11 の解答は、問題 2 の問は次に続く。



問題 12 (第 2 問) (下書き用紙) 解答は次のように書く。このとき、問題 12 の解答は、問題 2 の問は次に続く。

問題 13 (第 2 問) (下書き用紙) 解答は次のように書く。このとき、問題 13 の解答は、問題 2 の問は次に続く。

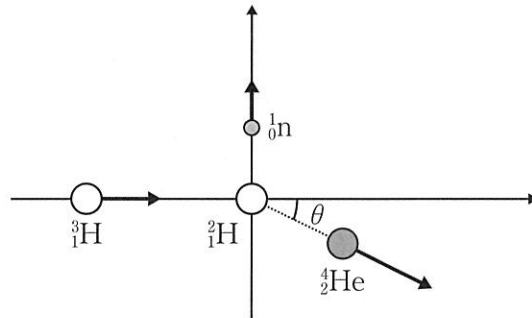
問題 14 (第 2 問) (下書き用紙) 解答は次のように書く。このとき、問題 14 の解答は、問題 2 の問は次に続く。

問題 15 (第 2 問) (下書き用紙) 解答は次のように書く。このとき、問題 15 の解答は、問題 2 の問は次に続く。

問題 16 (第 2 問) (下書き用紙) 解答は次のように書く。このとき、問題 16 の解答は、問題 2 の問は次に続く。

問題 17 (第 2 問) (下書き用紙) 解答は次のように書く。このとき、問題 17 の解答は、問題 2 の問は次に続く。

核反応 I に続いて、核反応 II が生じるとき、核反応 I で生じた原子核 ${}^3_1\text{H}$ が、静止している原子核 ${}^2_1\text{H}$ に衝突し、図のように、中性子 ${}^1_0\text{n}$ が反応前の原子核 ${}^3_1\text{H}$ の進行方向に対して直角となる方向へ運動し、原子核 ${}^4_2\text{He}$ が角度 θ となる方向に運動した場合を考える。



問3 核反応 II によって生じる核エネルギーの値を Q_2 とする。 $K_1 + Q_2$ の値はいくらか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$K_1 + Q_2 = \boxed{3} \text{ MeV}$$

- ① 2.4 ② 5.5 ③ 8.3 ④ 10.6 ⑤ 20.5 ⑥ 30.6

問4 核反応 II の反応後の中性子 ${}^1_0\text{n}$ の運動エネルギーを K_2 、原子核 ${}^4_2\text{He}$ の運動エネルギーを K_3 とすると、 K_2 と K_3 の間に成り立つ関係はどれか。正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 $K_2 = \boxed{4} \times K_3$

- ① $2 \sin\theta$ ② $4 \sin\theta$ ③ $2 \sin^2\theta$ ④ $4 \sin^2\theta$
 ⑤ $2 \cos\theta$ ⑥ $4 \cos\theta$ ⑦ $2 \cos^2\theta$ ⑧ $4 \cos^2\theta$

問5 エネルギーの総和 $K_1 + Q_2$ がすべて反応後の中性子 ${}^1_0\text{n}$ の運動エネルギーと原子核 ${}^4_2\text{He}$ の運動エネルギーになったとする。中性子 ${}^1_0\text{n}$ の運動エネルギー K_2 の値はいくらか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$K_2 = \boxed{5} \text{ MeV}$$

- ① 3.3 ② 4.7 ③ 9.8 ④ 10.7 ⑤ 12.3 ⑥ 14.8

1 2 3 (下書き用紙) 1000 1000 1000

物理の試験問題は次に続く。

問題文が非常に薄いので、内容はほとんど透けて見えます。問題文には「物理の試験問題は次に続く」という文字が確認できます。



問題文の下部には、図 1 のような図が示されています。これは、3次元空間における物体の投影を示していると考えられます。

図 1 の図は、座標系における物体の形状や位置を示している可能性があります。図中の各要素について詳しく説明する必要があります。

図 1

- (1) $\frac{1}{2}$ のとき、 $\frac{1}{2}$ の値を求めよ。
- (2) $\frac{1}{2}$ のとき、 $\frac{1}{2}$ の値を求めよ。
- (3) $\frac{1}{2}$ のとき、 $\frac{1}{2}$ の値を求めよ。
- (4) $\frac{1}{2}$ のとき、 $\frac{1}{2}$ の値を求めよ。
- (5) $\frac{1}{2}$ のとき、 $\frac{1}{2}$ の値を求めよ。
- (6) $\frac{1}{2}$ のとき、 $\frac{1}{2}$ の値を求めよ。

3 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

図1は電子を加速する装置の原理図で、可変電源 E を用いて加速電圧 V は任意に変えることができ、加速前の電子の初速は0とする。また、図2のように、 xyz 空間内の $x = l$ の位置に蛍光面を xy 平面に垂直に置き、 $0 \leq x \leq l$ の領域には電場、磁場またはその両方を加えることができる。この領域を領域 A とする。この領域 A に、加速装置で加速した電子を原点 O から x 軸の正の向きに入射させる。電子が蛍光面に当たると輝点が生じ、電子の位置が分かる。電子の質量を m 、電荷を $-e$ ($e > 0$) とし、装置全体は真空中に置かれているものとする。

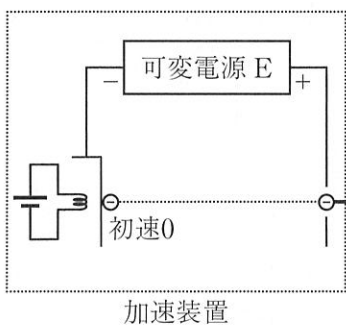


図1

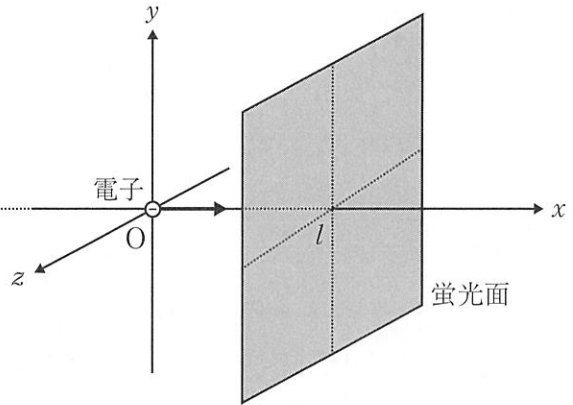


図2

y 軸の負の向きに強さ E の一様な電場のみを加え、加速電圧を V_1 にして加速した電子を領域 A に入射させる。

問1 領域 A の xy 平面内を運動した電子によって、 $y = y_1$ の位置に輝点が生じた。

y_1 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。

$y_1 =$

① $\frac{El^2}{16V_1}$

② $\frac{El^2}{8V_1}$

③ $\frac{El^2}{4V_1}$

④ $\frac{El^2}{2V_1}$

⑤ $\frac{2El^2}{V_1}$

⑥ $\frac{4El^2}{V_1}$

② 以下の問題を解答しなさい。(下書き用紙) の裏面に解答する場合は裏面に解答しなさい。
 例) $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$ の間は次に続く。

例) $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$ の間は次に続く。

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2}{12} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

例) $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$ の間は次に続く。

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2}{12} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

例) $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$ の間は次に続く。

例) $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$ の間は次に続く。

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2}{12} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2}{12} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{8} + \frac{1}{16} = \frac{2}{16} + \frac{1}{16} = \frac{3}{16}$$

z 軸の正の向きに磁束密度の大きさ B の一様な磁場のみを加え、加速電圧を V_2 にして加速した電子を領域 A に入射させたところ、 $y_2 = (2 - \sqrt{3})l$ の位置に輝点が生じた。

問2 電子は領域 A の xy 平面内を等速円運動して蛍光面に衝突する。この円運動の半径 r 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。

$$r = \boxed{2}$$

$$\textcircled{1} \quad \frac{1}{2B} \sqrt{\frac{mV_2}{e}} \qquad \textcircled{2} \quad \frac{1}{B} \sqrt{\frac{mV_2}{2e}} \qquad \textcircled{3} \quad \frac{1}{B} \sqrt{\frac{mV_2}{e}}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mV_2}{e}} \qquad \textcircled{5} \quad \frac{2}{B} \sqrt{\frac{mV_2}{e}} \qquad \textcircled{6} \quad \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2mV_2}{e}}$$

問3 電子の比電荷 $\frac{e}{m}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$\frac{e}{m} = \boxed{3}$$

$$\textcircled{1} \quad \frac{V_2}{4B^2l^2} \qquad \textcircled{2} \quad \frac{V_2}{2B^2l^2} \qquad \textcircled{3} \quad \frac{V_2}{\sqrt{2}B^2l^2}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{V_2}{B^2l^2} \qquad \textcircled{5} \quad \frac{\sqrt{2}V_2}{B^2l^2} \qquad \textcircled{6} \quad \frac{2V_2}{B^2l^2}$$

z 軸の正の向きに磁束密度の大きさ B の一様な磁場を加え、同時に z 軸の負の向きに強さ E の一様な電場を加えて、加速電圧 V_2 で加速した電子を領域 A に入射させた。

問4 蛍光面に衝突した際の電子の速度の z 軸方向の成分 v_z 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。 $v_z = \boxed{4} \times \frac{E}{B}$

$$\textcircled{1} \quad \frac{\pi}{6} \qquad \textcircled{2} \quad \frac{\pi}{4} \qquad \textcircled{3} \quad \frac{\pi}{3} \qquad \textcircled{4} \quad \frac{\pi}{2}$$

$$\textcircled{5} \quad \frac{2\pi}{3} \qquad \textcircled{6} \quad \pi \qquad \textcircled{7} \quad \frac{3\pi}{2} \qquad \textcircled{8} \quad 2\pi$$

多様答(下書き用紙)：問(1)～問(4)の解答欄に、物理の試験問題は次に続く。

問(1) 図1は、光が媒質1から媒質2へ入射する様子を示している。入射角を θ_1 、屈折角を θ_2 とする。このとき、 $\sin \theta_1$ と $\sin \theta_2$ の関係は、 $\sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ となる。ここで、 n_1 と n_2 は媒質1と媒質2の屈折率である。



問(2) 図2は、光が媒質1から媒質2へ入射する様子を示している。入射角を θ_1 、屈折角を θ_2 とする。このとき、 $\sin \theta_1$ と $\sin \theta_2$ の関係は、 $\sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ となる。ここで、 n_1 と n_2 は媒質1と媒質2の屈折率である。

問(3) 図3は、光が媒質1から媒質2へ入射する様子を示している。入射角を θ_1 、屈折角を θ_2 とする。このとき、 $\sin \theta_1$ と $\sin \theta_2$ の関係は、 $\sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ となる。ここで、 n_1 と n_2 は媒質1と媒質2の屈折率である。

問(4) 図4は、光が媒質1から媒質2へ入射する様子を示している。入射角を θ_1 、屈折角を θ_2 とする。このとき、 $\sin \theta_1$ と $\sin \theta_2$ の関係は、 $\sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ となる。ここで、 n_1 と n_2 は媒質1と媒質2の屈折率である。

問(5) 図5は、光が媒質1から媒質2へ入射する様子を示している。入射角を θ_1 、屈折角を θ_2 とする。このとき、 $\sin \theta_1$ と $\sin \theta_2$ の関係は、 $\sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ となる。ここで、 n_1 と n_2 は媒質1と媒質2の屈折率である。

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

図1のように、十分に小さい頂角 α をもつ屈折率 n の薄い透明なプリズムがあり、このプリズムに光線が入射すると屈折して方向が変わる。真空中で、この場合の光線の曲がりを表す角度（振れ角） δ を求めてみよう。図2は、図1を拡大したもので、点Pに入射角 θ で入射した光線の屈折角を θ' 、反対側の点Qの入射角を ϕ' 、屈折角を ϕ とする。 $n > 1$ であり、 θ 、 θ' 、 ϕ' 、 ϕ は十分に小さい。また、 γ が十分に小さいときは近似式「 $\sin\gamma \doteq \gamma$ 、 $\cos\gamma \doteq 1$ 、 $\tan\gamma \doteq \gamma$ 」が成立する。

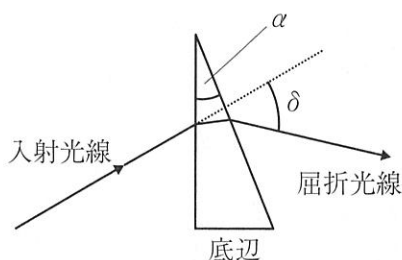


図1

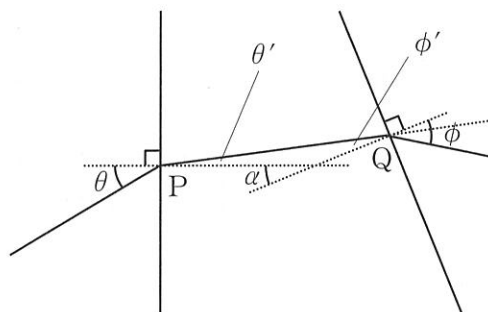


図2

問1 図2から「 $\theta' + \phi' = \alpha$ 」が成り立つことがわかる。この関係と、角度が十分に小さいときに成り立つ近似式を用いると、 $\theta + \phi$ はいくらか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\theta + \phi = \boxed{1} \times \alpha$

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

問2 入射光線は点Pで方向が変わり、点Qから出るときにもう一度方向が変わる。この点を考慮すると、振れ角 δ はいくらか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\delta = \boxed{2} \times \alpha$

- ① $(n - 1)$ ② $(n + 1)$ ③ $\sqrt{n^2 - 1}$
 ④ $\frac{1}{n - 1}$ ⑤ $\frac{1}{n + 1}$ ⑥ $\frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$

(下書き用紙)

4の間は次に続く。



図1

図1は、物体と像の位置関係を示している。物体は左側にあり、像は右側に形成されている。光軸は水平線であり、レンズは光軸上に位置している。

図2

- ① 物体の高さを h とし、像の高さを h' とする。
- ② 物体と像の距離を L とする。
- ③ 物体と像の位置関係を示す。
- ④ 物体と像の位置関係を示す。

図2は、物体と像の位置関係を示している。物体は左側にあり、像は右側に形成されている。光軸は水平線であり、レンズは光軸上に位置している。

図3

- ① 物体の高さを h とし、像の高さを h' とする。
- ② 物体と像の距離を L とする。
- ③ 物体と像の位置関係を示す。
- ④ 物体と像の位置関係を示す。

図3は「フレネルの複プリズム」と呼ばれるプリズムで、十分に小さな頂角 α をもつ2つの同じプリズムの底辺を一致させたものである。真空中で、波長 λ の単色光源からの光を、単スリット S を通してこの複プリズムに入射させると、上下のプリズムで屈折した光が、互いに重なり合う部分(図3の斜線部分)で干渉し、スクリーン上に干渉縞が出現する。この場合は、プリズムによって単スリット S の2つの虚像 S_1 、 S_2 が生じ、この虚像からの光が干渉するとみなすことができる。単スリット S からプリズムまでの距離を l 、 S からスクリーンまでの距離を L 、 S_1 と S_2 の間隔を d とする。

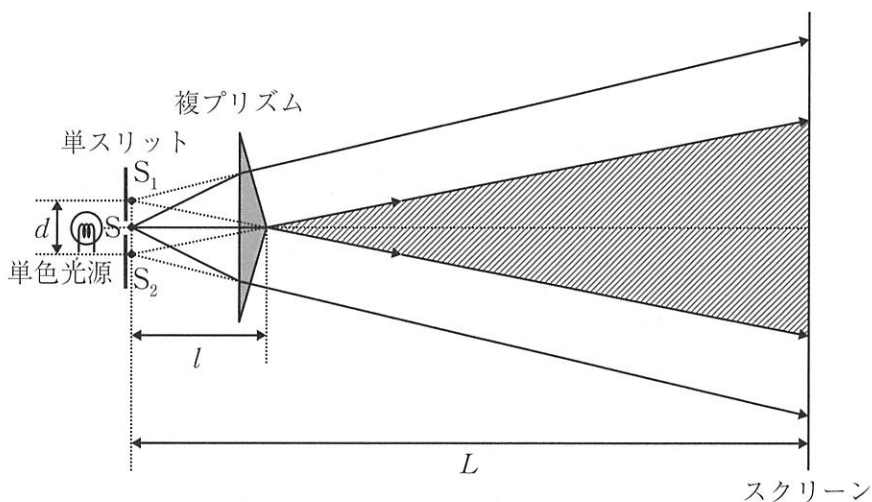


図3

問3 虚像 S_1 、 S_2 の間隔 d はいくらか。最も適したものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし、虚像 S_1 と S_2 は近似的に単スリット S と同じ横座標の位置に生じると考えてよい。 $d = \boxed{3} \times \alpha l$

- ① n ② $2n$ ③ $(n-1)$ ④ $2(n-1)$
 ⑤ $(n+1)$ ⑥ $2(n+1)$ ⑦ $\sqrt{n^2-1}$ ⑧ $\sqrt{n^2+1}$

問4 スクリーンの中心付近の干渉縞の間隔 Δx はいくらか。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、 d は L に比べて十分に小さいものとする。また、 $|\varepsilon|$ が十分小さいとき、近似式 $\sqrt{1+\varepsilon} \doteq 1 + \frac{1}{2}\varepsilon$ が成り立つ。

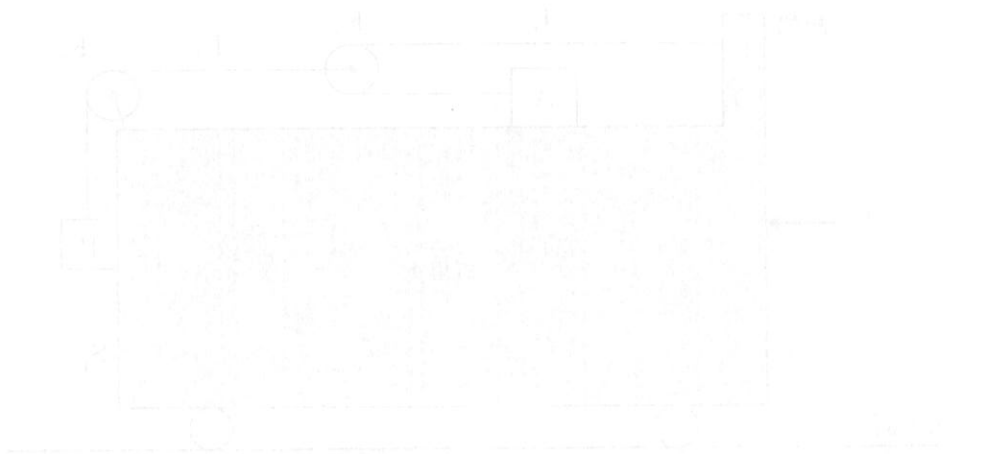
$\Delta x = \boxed{4}$

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

2. 下の図に示すように、電圧計 V と電流計 A を用いて、図中の抵抗 R の電圧と電流を測定する。このとき、電圧計 V と電流計 A の接続が正しいかどうかを判断し、正しい場合は電圧計 V の読み値と電流計 A の読み値をそれぞれ記入し、電圧と電流の関係をグラフに描く。ただし、電圧計 V の読み値は 1.5V 、電流計 A の読み値は 0.2A とする。

物理の試験問題は次に続く。

この問題は、電圧計と電流計の接続方法に関するものである。電圧計は測定対象の両端に並列に接続し、電流計は測定対象の直列に接続する。図中の電圧計 V は抵抗 R の両端に並列に接続されており、電流計 A は抵抗 R の直列に接続されている。したがって、この接続は正しい。電圧計 V の読み値は 1.5V 、電流計 A の読み値は 0.2A とする。電圧と電流の関係をグラフに描く。ただし、電圧 V の軸は縦軸、電流 I の軸は横軸とする。



電圧計 V の読み値を V 、電流計 A の読み値を I とする。電圧 V と電流 I の関係をグラフに描く。ただし、電圧 V の軸は縦軸、電流 I の軸は横軸とする。

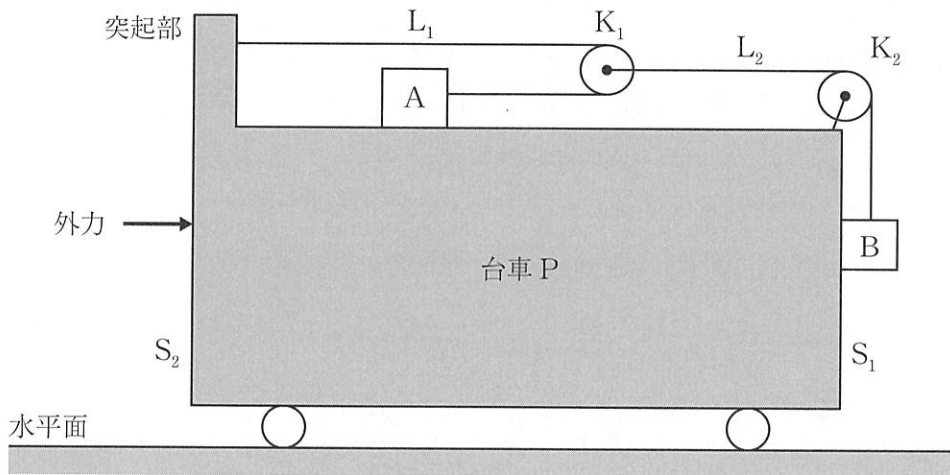
電圧 V と電流 I の関係をグラフに描く。ただし、電圧 V の軸は縦軸、電流 I の軸は横軸とする。

電圧 V と電流 I の関係をグラフに描く。ただし、電圧 V の軸は縦軸、電流 I の軸は横軸とする。

電圧 V と電流 I の関係をグラフに描く。ただし、電圧 V の軸は縦軸、電流 I の軸は横軸とする。

5 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

図のように、なめらかな水平面上に質量 $4m$ の台車 P が置かれ、P の水平な上面に質量 m の物体 A が固定して置かれ、軽い動滑車 K_1 を介して軽い糸 L_1 で P の左側にある突起部につながれている。動滑車 K_1 は軽い定滑車 K_2 を介して軽い糸 L_2 で質量 $2m$ の物体 B とつながれている。台車 P の右側面 S_1 は鉛直で、物体 B は S_1 に接触していて、B が運動するときは S_1 に接触したまま鉛直下向きにすべり降りる。糸 L_1 は水平を保ち、物体 A、B が運動するときも水平が保たれる。運動は物体 A、B を含む同一鉛直面内で生じ、動滑車 K_1 が定滑車 K_2 に衝突することはない。物体 A、B の大きさは無視でき、また、摩擦、空気抵抗もすべて無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。



台車 P の左側面 S_2 に水平右向きの外力を加えて P が動かないようにし、物体 A の固定を解除する。

問1 物体 A の加速度の大きさを a_A 、物体 B の加速度の大きさを a_B とする。 a_A と a_B の関係はどのようになるか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$a_A = \boxed{1} \times a_B$$

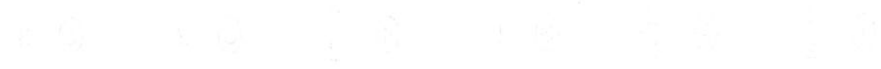
- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ 1 ④ $\frac{3}{2}$ ⑤ 2 ⑥ 3

5. 下の図の正六角形 $ABCDEF$ (下書き用紙) の辺 AB の中点を M とし、

⑤の問は次に続く。

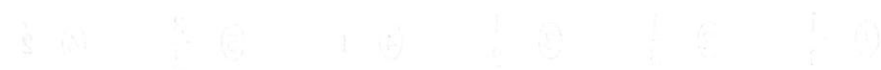


⑤ $\triangle MOC$ の面積を S とし、正六角形 $ABCDEF$ の面積を T とする。このとき、 S と T の比 $S:T$ を最も簡単な整数比で表しなさい。



⑥ 図1のように、正方形 $ABCD$ の辺 BC の中点を M とし、 $\triangle BMC$ を折ると、点 C が点 C' に移動する。このとき、 $\triangle BMC'$ の面積を S とし、正方形 $ABCD$ の面積を T とする。このとき、 S と T の比 $S:T$ を最も簡単な整数比で表しなさい。

⑦ 図2のように、正方形 $ABCD$ の辺 BC の中点を M とし、 $\triangle BMC$ を折ると、点 C が点 C' に移動する。このとき、 $\triangle BMC'$ の面積を S とし、正方形 $ABCD$ の面積を T とする。このとき、 S と T の比 $S:T$ を最も簡単な整数比で表しなさい。



⑧ 図3のように、正方形 $ABCD$ の辺 BC の中点を M とし、 $\triangle BMC$ を折ると、点 C が点 C' に移動する。このとき、 $\triangle BMC'$ の面積を S とし、正方形 $ABCD$ の面積を T とする。このとき、 S と T の比 $S:T$ を最も簡単な整数比で表しなさい。



問2 物体 A の加速度の大きさ a_A 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。 $a_A = \boxed{2} \times g$

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

問3 台車の左側面 S_2 に水平右向きに加えている外力の大きさを F_1 とする。 F_1 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。 $F_1 = \boxed{3} \times mg$

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

台車 P の左側面 S_2 に水平右向きに加える外力の大きさを変えて、P を右方向に一定の大きさ F_2 の外力で押すと、物体 A と物体 B を P に対して静止させることができる。

問4 このときの台車 P の加速度の大きさ a 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。 $a = \boxed{4} \times g$

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

問5 このとき加えている外力の大きさ F_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。 $F_2 = \boxed{5} \times mg$

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

(下書き用紙)

1. 調査の目的
2. 調査の範囲
3. 調査の方法
4. 調査の結果

5. 調査の結論

6. 調査の経過

7. 調査の感想

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥
- ⑦
- ⑧