

高等学校 理科（物理）

解答についての注意点

- 1 解答用紙は、マーク式解答用紙と記述式解答用紙の2種類があります。
- 2 大問 **1**～大問 **4** については、マーク式解答用紙に、大問 **5** については、記述式解答用紙に記入してください。
- 3 解答用紙が配付されたら、まずマーク式解答用紙に受験番号等を記入し、受験番号に対応する数字を、鉛筆で黒くぬりつぶしてください。
記述式解答用紙は、全ての用紙の上部に受験番号のみを記入してください。
- 4 大問 **1**～大問 **4** の解答は、選択肢のうちから、**問題で指示された解答番号**の欄にある数字のうち一つを黒くぬりつぶしてください。
例えば、「解答番号は 」と表示のある問題に対して、「**3**」と解答する場合は、解答番号 の欄に並んでいる ① ② ③ ④ ⑤ の中の ③ を黒くぬりつぶしてください。
- 5 間違ってぬりつぶしたときは、消しゴムできれいに消してください。二つ以上ぬりつぶされている場合は、その解答は無効となります。
- 6 その他、係員が注意したことをよく守ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません。

1 次の(1)～(8)の問いに答えよ。ただし、原子量は次のとおりとする。

H = 1.0、O = 16、Na = 23

(1) 下線部が元素ではなく、単体の意味で使われているものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 牛乳には、カルシウムが多く含まれている。
- 2 水素と酸素の混合気体に点火すると、水を生じる。
- 3 酸化銅(Ⅱ)中の銅と酸素の質量比は約4:1である。
- 4 アンモニアは窒素と水素から構成される。
- 5 地殻の質量の約46%は酸素である。

(2) 化合物Aを構成する元素を調べるために、次の実験Ⅰおよび実験Ⅱを行った。化合物Aとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

実験Ⅰ 化合物Aの水溶液を白金線の先端につけてガスバーナーの外炎に入れたところ、炎の色が黄色になった。

実験Ⅱ 化合物Aの水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、白色沈殿が生じた。

- 1 硫酸カリウム
- 2 硫酸ナトリウム
- 3 炭酸ナトリウム
- 4 塩化カリウム
- 5 塩化ナトリウム

- (3) ある金属M2.8 gを完全に酸化したところ、4.0 gの酸化物が得られ、化学式は M_2O_3 であった。
この金属元素Mの原子量はいくらか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。

解答番号は

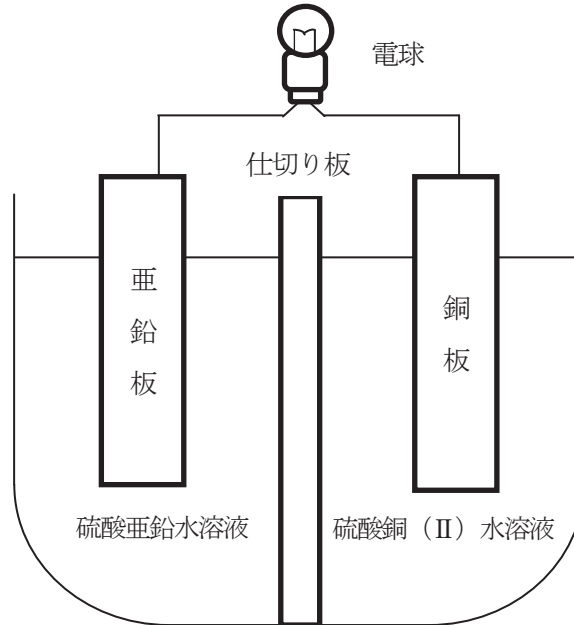
1 27 2 52 3 56 4 64 5 112

- (4) モル濃度2.2 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液の密度は 1.1 g/cm^3 である。この水酸化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度はいくらか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。

解答番号は

1 4.0 2 4.6 3 5.2 4 8.0 5 8.8

(5) 図のように亜鉛板を硫酸亜鉛水溶液に浸したものと、銅板を硫酸銅(Ⅱ)水溶液に浸したものを仕切り板を隔てて組合せた。ただし、仕切り板を隔てた2つの溶液は、混じりあうことがないものとする。次の問いに答えよ。



図

ア 次の文章に当てはまる語の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

図の仕切り板を にして電池をつくと、電球が点灯した。このとき、 が正極となり、導線を通る電流の向きは となる。

- | | a | b | c |
|---|------|-----|--------|
| 1 | ガラス板 | 亜鉛板 | 亜鉛板→銅板 |
| 2 | ガラス板 | 亜鉛板 | 銅板→亜鉛板 |
| 3 | 素焼き板 | 亜鉛板 | 亜鉛板→銅板 |
| 4 | 素焼き板 | 銅板 | 銅板→亜鉛板 |
| 5 | 素焼き板 | 銅板 | 亜鉛板→銅板 |

イ 電球が点灯したとき、次のA～Cの記述の正誤の組合せとして最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

A 放電を続けると、銅板側の水溶液の色が薄くなった。

B 銅板上には水素の泡が発生した。

C 硫酸銅（Ⅱ）水溶液の濃度を高くすると、低い時に比べて電球はより長い時間点灯した。

	A	B	C
1	正	正	誤
2	正	誤	誤
3	正	誤	正
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

(6) コロイド粒子あるいはその溶液に関する記述のうち、誤っているものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 デンプンやゼラチンの水溶液は、デンプンやタンパク質の分子が水中に分散しており、これらはろ紙も半透膜も通過するほど小さい。このような粒子をコロイド粒子という。
- 2 コロイド溶液を暗視野顕微鏡（限外顕微鏡）で観察すると、光った点が不規則に動いている様子が見られる。このような運動をブラウン運動という。
- 3 コロイド溶液に電極を差し込み直流電圧をかけると、コロイド粒子は一方の電極に向かって移動する。この現象を電気泳動という。
- 4 疎水コロイドに硫酸アルミニウムなどの電解質を少量加えると沈殿する。この現象を凝析という。
- 5 コロイド溶液に横から強い光を当てると、光の進路が明るく輝いて見える。このような現象をチンダル現象という。

(7) 2つの物質を用いて、気体を発生させた。次の問いに答えよ。

2つの物質	発生する気体
塩化ナトリウムと濃硫酸	A
塩化アンモニウムと水酸化カルシウム	B
酸化マンガン (IV) と過酸化水素水	C
硫化鉄 (II) と希硫酸	D
酸化マンガン (IV) と濃塩酸	E

ア 水に溶けやすく、空気より密度が小さいため、上方置換法で捕集する気体は、A～Eのどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 A
- 2 B
- 3 C
- 4 D
- 5 E

イ 気体を捕集する際、乾燥剤としてソーダ石灰の使用が適さない気体はどれか。正しいものをすべて選んでいる組合せを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 A・B
- 2 C・E
- 3 A・D・E
- 4 B・C・E
- 5 A・C・D

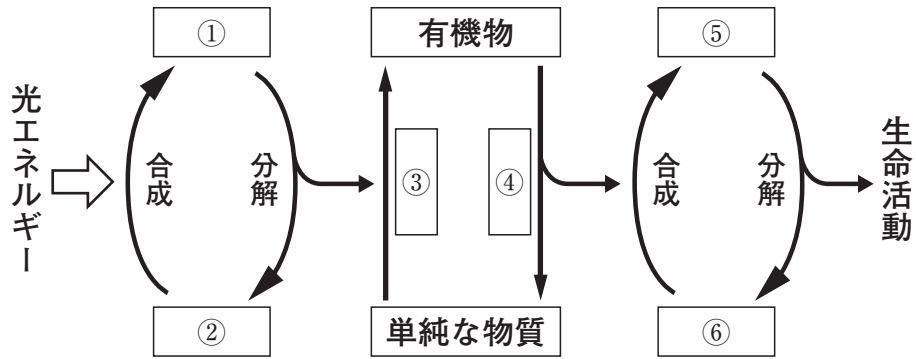
(8) 金属に関する次の記述のうち、正しいものをすべて選んでいる組合せはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- a ステンレス鋼は、鉄にクロムやニッケルを主に添加した合金でさびにくい。
- b ブリキは、鉄の表面を亜鉛でおおい、鉄の酸化を防いだものである。
- c 鉄は、主に赤鉄鉱や磁鉄鉱を、溶鉱炉でCOや高温のCにより還元して得られる。
- d ジュラルミンは、鉄に銅やマグネシウムなどを添加した軽合金である。
- e チタンとニッケルの合金は、常温で変形させてもある温度以上にするともとの形に戻る性質をもつ。

- 1 a・b
- 2 b・d
- 3 a・c・d
- 4 c・d・e
- 5 a・c・e

2 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 下の図は、物質の代謝とエネルギーの代謝を模式的に示したものである。次の問いに答えよ。



図

ア 図中の①～⑥に入る語の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

	①	②	③	④	⑤	⑥
1	ADP	ATP	同化	異化	ADP	ATP
2	ADP	ATP	異化	同化	ADP	ATP
3	ADP	ATP	異化	同化	ATP	ADP
4	ATP	ADP	同化	異化	ATP	ADP
5	ATP	ADP	異化	同化	ATP	ADP

イ 次の文は、ATPについて述べたものである。次の文中の(①)～(④)にあてはまる語の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

ATPは、(①)という塩基と(②)という糖が結合した(③)に、リン酸が3分子結合した物質である。呼吸では、エネルギーを取り出す材料として、おもに(④)という糖が使われる。

	①	②	③	④
1	アデニン	デオキシリボース	アデノシン	グリコーゲン
2	アデニン	リボース	アデノシン	グリコーゲン
3	アデニン	リボース	アデノシン	グルコース
4	アデノシン	デオキシリボース	アデニン	グリコーゲン
5	アデノシン	リボース	アデニン	グルコース

(2) 下の表は、健康なヒトの静脈にイヌリンを注射し、一定時間後の、血しょう、原尿、尿に含まれる成分の一部とその量を示したものである。イヌリンは、ヒトの体内では利用も合成もされず、腎臓でろ過はされるが、再吸収されることなくすべて排出される物質である。次の問いに答えよ。

表

	血しょう (g /100 mL)	原尿 (g /100 mL)	尿 (g /100 mL)
尿素	0.03	0.03	2
イヌリン	0.1	0.1	12

ア 表から、1日に生産される原尿の量は何Lか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。ただし、尿は1日に1.5 L生成されるものとする。解答番号は

- 1 15 L 2 120 L 3 125 L 4 150 L 5 180 L

イ 健康なヒトの腎臓における尿生成について述べた次の①～⑥の記述のうち、正しいものをすべて選んだ組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① タンパク質は原尿に含まれるが、毛細血管で再吸収されるため、尿中に含まれない。
- ② タンパク質は原尿に含まれるが、毛細血管で再吸収されないため、尿中に排出される。
- ③ タンパク質は原尿に含まれていないので、尿中にも含まれない。
- ④ グルコースは原尿に含まれるが、毛細血管で再吸収されるため、尿中に含まれない。
- ⑤ グルコースは原尿に含まれるが、毛細血管で再吸収されないため、尿中に排出される。
- ⑥ グルコースは原尿に含まれていないので、尿中にも含まれない。

- 1 ① ④ 2 ① ⑤ 3 ② ⑥ 4 ③ ④ 5 ③ ⑤

ウ 次の文は、腎臓の構造について述べたものである。次の文中の(①)～(④)にあてはまる語の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

ヒトの腎臓は、左右に一对あり、1個の腎臓は腎単位(ネフロン)と呼ばれる尿を生成する単位構造を約(①)万個有している。腎単位(ネフロン)は、(②)とこれに続く細尿管(腎細管)からできている。また、(②)は(③)とそれを包み込んでいる(④)からなる。

	①	②	③	④
1	100	腎小体(マルピーギ小体)	糸球体	ボーマンのう
2	100	腎小体(マルピーギ小体)	ボーマンのう	糸球体
3	20	腎小体(マルピーギ小体)	糸球体	ボーマンのう
4	20	腎う	糸球体	ボーマンのう
5	20	腎う	ボーマンのう	糸球体

(3) ヒトの体は、細菌やウイルスなどの病原体に対して、様々な防御の仕組みをもっている。第1の防御は、外部環境からの病原菌などの異物の侵入を防いでいる_a皮膚や消化管・器官の上皮によるもの、第2の防御は、_b食細胞などの食作用により異物を排除する自然免疫、第3の防御は、リンパ球による_c獲得免疫（適応免疫）である。次の問いに答えよ。

ア 下線部 a について、第1の防御に関して述べた次の①～⑤の記述のうち、正しいものをすべて選んだ組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 強い酸性の胃液には殺菌作用がある。
- ② リゾチームは細菌の細胞膜を分解する。
- ③ ケラチンと生細胞からなる角質層が、ウイルスの侵入防止に働く。
- ④ 消化管上皮には繊毛が存在し、病原体を排出する。
- ⑤ 皮脂腺や汗腺からの分泌物が皮膚を弱酸性に保ち、細菌の繁殖を防ぐ。

1 ① ② 2 ① ⑤ 3 ② ④ 4 ③ ④ 5 ③ ⑤

イ 下線部 b について、ヒトの体で食作用を行う細胞の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

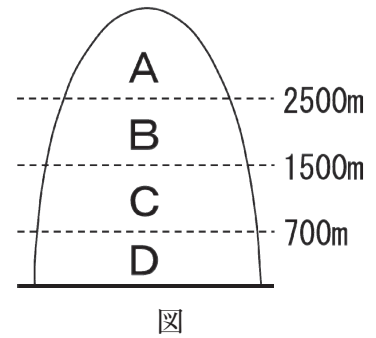
- | | |
|-------------|-----------|
| 1 ヘルパー T 細胞 | キラー T 細胞 |
| 2 樹状細胞 | キラー T 細胞 |
| 3 マクロファージ | 好中球 |
| 4 マクロファージ | ヘルパー T 細胞 |
| 5 好中球 | ヘルパー T 細胞 |

ウ 下線部 c には、体液性免疫と細胞性免疫がある。これらの免疫に関する記述として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 体液性免疫では B 細胞のみが、細胞性免疫では T 細胞のみが働く。
- 2 体液性免疫では二次応答が起こるが、細胞性免疫では起こらない。
- 3 1 種類の記憶細胞は、複数の抗原の情報を記憶する。
- 4 拒絶反応は細胞性免疫の一種で、キラー T 細胞が直接、細胞を攻撃する。
- 5 ウイルスに感染した細胞が除去されるのは、おもに体液性免疫による。

(4) 地球上のどこでどのようなバイオームがみられるかは、気温と(①)によってほぼ決定される。日本は、このうち(①)については比較的恵まれているので、日本のどこでどのようなバイオームがみられるかを決めている要因としては、気温が重要である。気温は緯度の違いや標高の違いで変化する。日本では、標高が100 m高くなれば、気温は約(②)℃低下するので、同じ緯度でも標高の違いに対応したバイオームがみられる。

右の図は、日本の本州中部山岳地域におけるバイオームの垂直分布を模式的に示したものである。図のAとBとの境界は(③)と呼ばれている。次の問いに答えよ。



ア 文中の(①)～(③)にあてはまる語の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

	①	②	③
1	降水量	0.6	森林限界
2	降水量	0.6	高木限界
3	降水量	1.2	森林限界
4	日照時間	0.6	高木限界
5	日照時間	1.2	高木限界

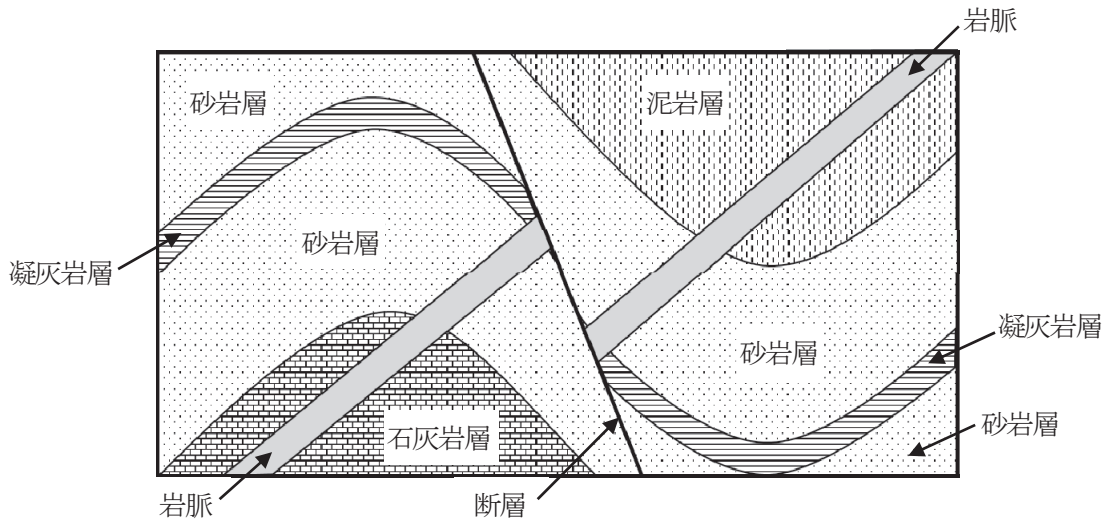
イ 図中のA～Dの分布帯に関する記述として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 Aは高山帯を示しており、年間を通して植物は成育しない。
- 2 Aは亜高山帯を示しており、針葉樹林が代表的なバイオームである。
- 3 Bは山地帯を示しており、夏緑樹林が代表的なバイオームである。
- 4 Cは山地帯を示しており、照葉樹林が代表的なバイオームである。
- 5 Dは低地帯(丘陵帯)を示しており、照葉樹林が代表的なバイオームである。

3 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 地質について述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

ある地域で地質調査を行ったところ、下の図に示すような地質断面図が得られた。この地域には、褶曲した堆積岩層と岩脈が分布している。なお、堆積岩層と岩脈は断層によってずれている。



図

ア 図中の褶曲、岩脈、断層の形成順序として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- | | 古い ← | → | 新しい |
|---|------|----|-----|
| 1 | 褶曲 | 岩脈 | 断層 |
| 2 | 岩脈 | 断層 | 褶曲 |
| 3 | 断層 | 岩脈 | 褶曲 |
| 4 | 褶曲 | 断層 | 岩脈 |
| 5 | 岩脈 | 褶曲 | 断層 |

イ 岩脈の岩石を観察すると、全体が白っぽい色をしており、大きく成長した結晶を、細かい結晶やガラスが取り囲んでいる組織をしていた。この岩石の名称として、最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 玄武岩 2 流紋岩 3 花こう岩 4 閃緑岩 5 斑れい岩

(2) 宇宙に関することについて述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

ア 太陽系の天体について述べた次の①～③の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 地球型惑星は主に岩石でできた固体の表面をもっているが、木星型惑星は固体の表面をもっていない。
- ② 小惑星の大部分は木星軌道と土星軌道の間には存在するが、地球軌道より内側まで入ってくるものもある。
- ③ 海王星の外側には数多くの小天体が発見されており、太陽系外縁天体と呼ばれる。

	①	②	③
1	正	正	誤
2	正	誤	正
3	正	誤	誤
4	誤	正	正
5	誤	正	誤

イ 恒星の進化段階について述べた次の①～③の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 超新星は、星間雲から誕生したばかりの星である。
- ② 星間雲が、近くの明るい星に照らされて輝いているものを散光星雲という。
- ③ 中性子星は、太陽ほどの大きさの星である。

	①	②	③
1	正	正	誤
2	正	誤	正
3	正	誤	誤
4	誤	正	正
5	誤	正	誤

ウ 宇宙の膨張について述べた次の①～③の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① ごく近くの銀河を除いて、銀河のスペクトル線は波長の長いほうにずれている。
- ② 宇宙の誕生直後は、非常に低温・低密度であったことがわかっている。
- ③ 現在、ハッブルの法則（ハッブル・ルメートルの法則）を用いて見積もった宇宙の年齢は、約1000億年である。

	①	②	③
1	正	正	誤
2	正	誤	正
3	正	誤	誤
4	誤	正	正
5	誤	誤	正

(3) 地球の内部構造について述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

地球内部は、構成している物質の違いによって、大きく3つに分けられる。最深部には、(A) を主成分とする核がある。核は2層に分かれており、外核が液体、内核が固体の状態である。内核が外核よりも高温であるにもかかわらず固体の状態であるのは、内核のほうが外核より圧力が (B) からである。

核の外側には、岩石でできたマントルと a地殻がある。マントルを構成する岩石は地殻を構成する岩石よりも密度が大きいため、地殻よりもマントルのほうが地震波の速度が (C) なる。また、bマントルは固体の岩石からなるが、長い時間をかけてゆっくりと流動している。

ア 文章中のA～Cにあてはまる語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

	A	B	C
1	ケイ素	高い	遅く
2	ケイ素	低い	速く
3	鉄	高い	速く
4	鉄	低い	遅く
5	鉄	高い	遅く

イ 文章中の下線部 a に関連して、一般的な地殻の特徴について述べた次の①～③の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 大陸地殻上部と海洋地殻は、同じ種類の岩石からできている。
- ② 海洋地殻よりも、大陸地殻のほうが分厚い。
- ③ 海洋地殻の中では地震が頻発するが、大陸地殻の中では地震が起らない。

	①	②	③
1	正	正	誤
2	正	誤	正
3	正	誤	誤
4	誤	正	誤
5	誤	誤	正

ウ 文章中の下線部 b に関連して、マンツルの流動性と関係する現象について述べた文として、最も適切なものはどれか。1～5 から一つ選べ。解答番号は

- 1 日本列島付近の大陸地殻の下には、高温の物質が上昇する大規模なブルームが存在している。
- 2 大陸地殻はマンツルに浮いていると見なすことができるので、モホロビチツチ不連続面の深さは標高が高い地域ほど浅くなる。
- 3 アセノスフェアは、海洋地殻とマンツルとの境界部にあり、リソスフェアよりも流動性が高い。
- 4 大陸上にあった氷床が融けると、その下の地殻はマンツルの流動を伴って隆起する。
- 5 マンツルの大規模な対流によって、地球内部に熱が蓄えられる。

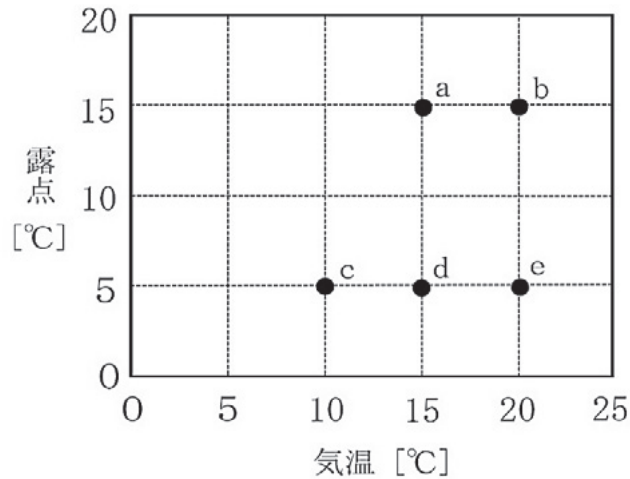
(4) 太陽放射と湿度について述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

ア 地球が受ける太陽放射エネルギーについて述べた次の文章中の空欄に入る式や数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

地球を球形とし、その半径を R [m]、太陽定数を S [W/m^2] とするとき、単位時間に地球全体が受け取る太陽放射エネルギーは (①) [W] と表される。このエネルギーを地表面全体に平均すると、 $1 m^2$ 当たり約 (②) [W] となる。

	①	②
1	$2 \pi R S$	$0.5 S$
2	$2 \pi R S$	$0.75 S$
3	$\pi R^2 S$	$0.25 S$
4	$\pi R^2 S$	$0.5 S$
5	$4 \pi R^2 S$	$0.25 S$

イ 下の図は、空気塊 a～e の気温と露点を示したものである。空気塊 a～e のうち、相対湿度が最も低いものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

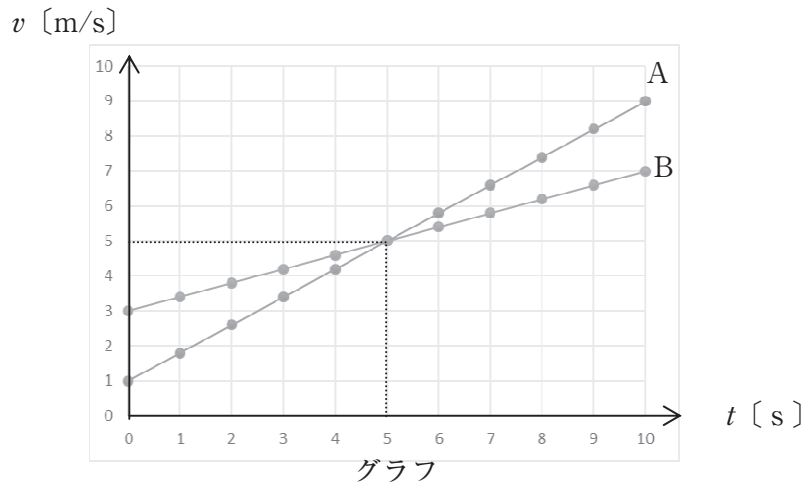


図

- 1 空気塊 a
- 2 空気塊 b
- 3 空気塊 c
- 4 空気塊 d
- 5 空気塊 e

4 次の(1)～(9)の問いに答えよ。

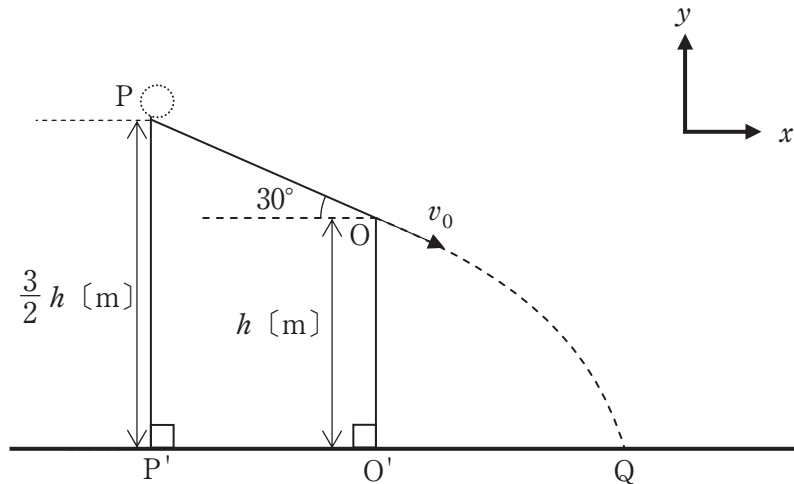
(1) AとBが同じ場所から平行に右向きへ等加速度直線運動で移動を始めた。グラフはA、Bの速度変化を表したグラフである。 $t = 0 \text{ s}$ のとき、Aの速度は右向きに 1.0 m/s 、Bの速度は右向きに 3.0 m/s であった。時刻 $t = 5.0 \text{ s}$ のとき、AとBの速度はともに右向きに 5.0 m/s であった。その後、 $t = 10.0 \text{ s}$ のとき、Aに対するBの相対速度はいくらか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は



- | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 右向きに 2.0 m/s | 2 左向きに 2.0 m/s | 3 右向きに 16 m/s |
| 4 左向きに 16 m/s | 5 0 m/s | |

(2)図のように、斜面をもつ台を水平面上に固定した。斜面をもつ台の辺の長さは PP' は $\frac{3}{2}h$ [m]、 $P'O'$ は $\frac{\sqrt{3}}{2}h$ [m]、 OO' は h [m]、 PO は長さが h [m] で、傾斜角は水平面から 30° のなめらかな斜面となっている。小球は点 P で静かに離すと、斜面に沿って滑り、点 O から v_0 [m/s] で飛び出し、点 Q に落下した。 $O'Q$ の距離を表したものとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、小球の大きさは考えないものとする。

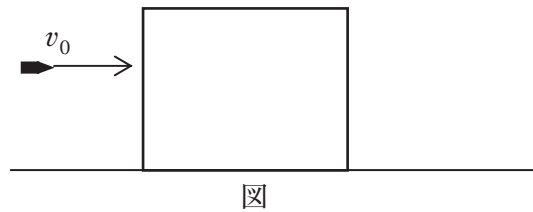
解答番号は



図

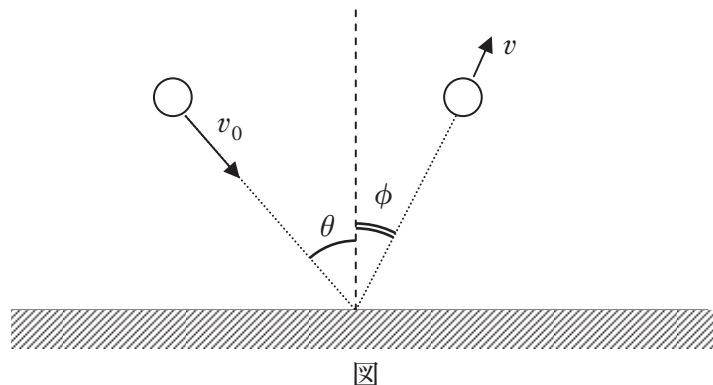
- 1 $\frac{1}{2}h$ [m] 2 h [m] 3 $\frac{\sqrt{3}}{2}h$ [m]
 4 $\sqrt{2}h$ [m] 5 $\sqrt{3}h$ [m]

(3) 図のように、水平な床の上に、質量 M の木片を置いた。その木片に質量 m の弾丸を v_0 の速さで水平に打ち込んだ。弾丸は木片から抵抗力を受けながら進んでいった。その後、弾丸は木片を貫通することなく、木片と一体となって床の上を運動した。抵抗力が弾丸にした仕事はすべて熱に変わったと考え、弾丸が木片に触れてから、弾丸と木片が一体となって運動するまでの間に生じた熱量はいくらか。最も適切なものを 1～5 から一つ選べ。ただし、弾丸が木片と一体となる過程において、それぞれの質量は変化せず、木片の中を進むとき重力の影響は考えなくてよい。また、床と木片の間に摩擦力ははたらかず、弾丸が木片から受ける抵抗力は弾丸の速さによらず一定とする。解答番号は



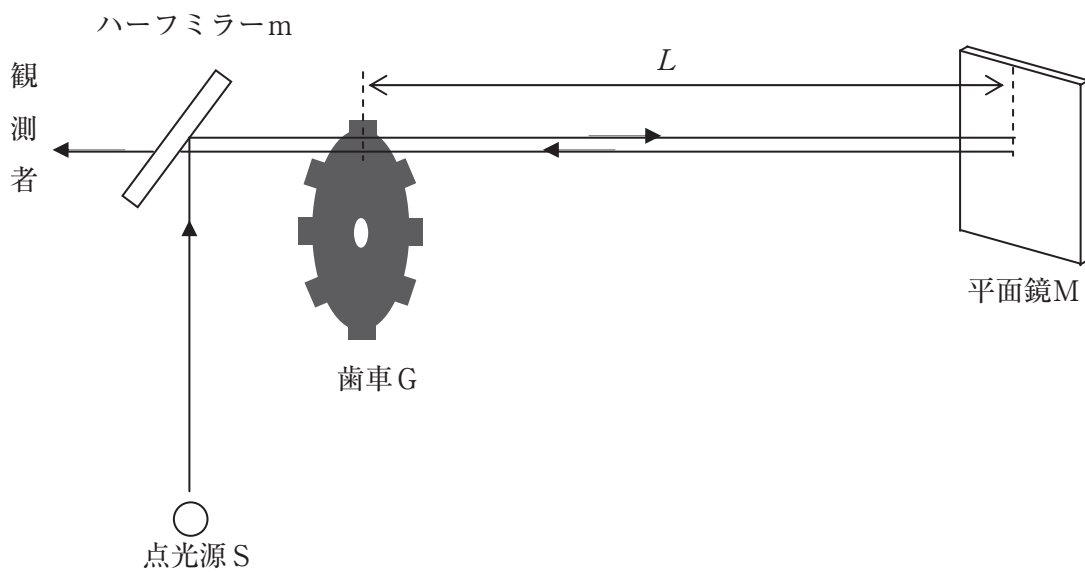
- 1 $\frac{mMv_0^2}{2(m+M)}$ 2 $\frac{mM(2m+M)v_0^2}{2(m+M)^2}$ 3 $\frac{3mMv_0^2}{2(m+M)}$
 4 $\frac{m(M^2 - m^2)v_0^2}{2M}$ 5 $\frac{m(M^2 + m^2)v_0^2}{2M}$

(4) 下図は摩擦のある床に向かって、質量 m の物体が速さ v_0 、床に垂直な方向に対して角度 θ で衝突し、その後、床に垂直な方向に対して角度 ϕ 、速さ v ではね返った。はね返った直後の速さ v はいくらになるか。最も適切なものを 1～5 から一つ選べ。ただし、動摩擦係数を μ とする。解答番号は



- 1 $\frac{\sin \phi - \mu \cos \phi}{\sin \theta + \mu \cos \theta} v_0$ 2 $\frac{\sin \phi + \mu \cos \phi}{\sin \theta - \mu \cos \theta} v_0$ 3 $\frac{\sin \theta - \mu \cos \theta}{\sin \phi + \mu \cos \phi} v_0$
 4 $\frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\sin \phi + \mu \cos \phi} v_0$ 5 $\frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\sin \phi - \mu \cos \phi} v_0$

(5) 光の速さを測定するため光の一部を透過させ、一部を反射するハーフミラー（以下、ハーフミラー m とする）、歯の数が N の歯車 G 、平面鏡 M を用いて実験を行った。図において、点光源 S から出た光はハーフミラー m で反射し、歯車 G のすき間を通して L 離れた平面鏡 M で反射した。その後、反射した光は入射した光と同じ光路を逆向きに進み、再び、歯車 G のすき間を通り、ハーフミラー m を透過した。観測者はこの透過した光を観測している。歯車 G の回転を徐々に速くしていくと、歯車の歯によって反射光がさえぎられる。いま、歯車 G を毎秒 n 回転させたとき、観測者は平面鏡 M で反射された光をはじめて観測できなくなった。これより、光の速さを求めたとき、最も適切なものを 1～5 から一つ選べ。ただし、歯車 G の歯とすき間は等間隔であり、形状は同じものとし、歯車 G では光は反射されないものとする。解答番号は

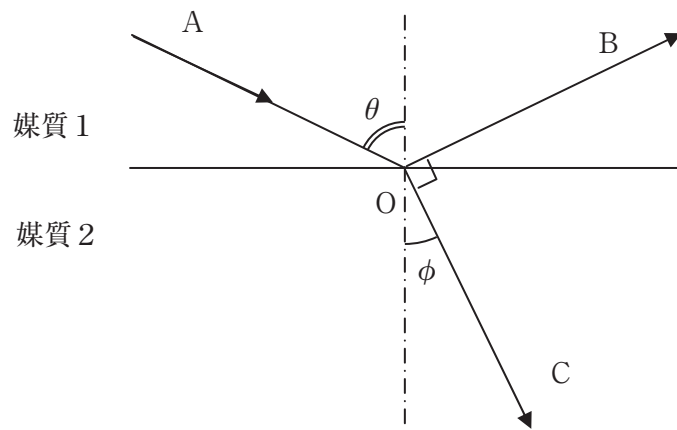


図

- | | | | | | |
|---|-------------------|---|--------|---|--------|
| 1 | $\frac{1}{2} nNL$ | 2 | nNL | 3 | $2nNL$ |
| 4 | $4nNL$ | 5 | $8nNL$ | | |

(6) 媒質の中を進行する波が境界面を越えて他の媒質中へ進む場合、進行方向が変わる。このとき媒質1、媒質2におけるそれぞれの波の は変化しない。

また、自然光は物質の境界で反射や屈折をするときに偏りが生じる。一般的に図で示すように、点Oで反射した光Bと点Oで屈折した光Cのなす角が 90° のとき、偏光することが知られており、光Bは完全な偏光となる。光の入射角 θ 、屈折角を ϕ とすると、媒質1に対する媒質2の相対屈折率は と表すことができる。 ・ の組合せとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

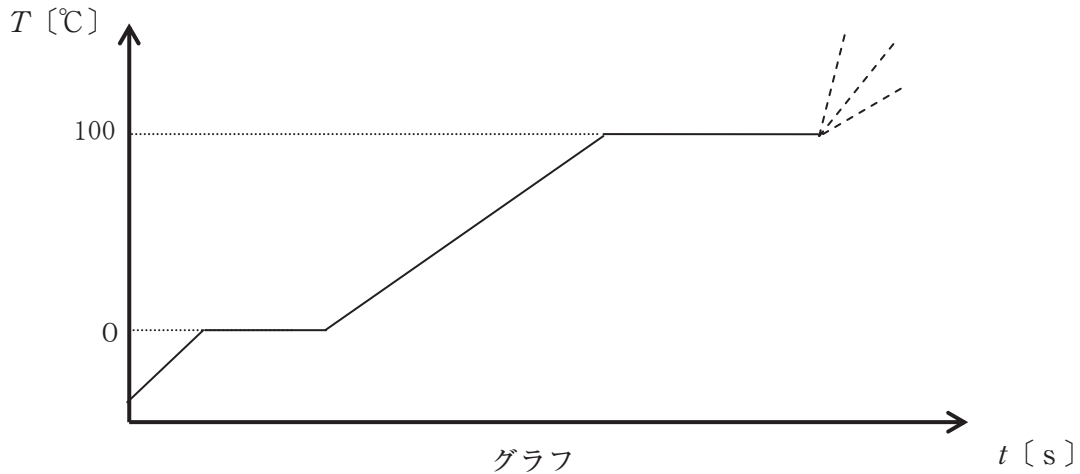


図

- | | ア | イ |
|---|-----|-----------------------|
| 1 | 速さ | $\frac{1}{\sin \phi}$ |
| 2 | 速さ | $\tan \phi$ |
| 3 | 振動数 | $\tan \theta$ |
| 4 | 速さ | $\tan \theta$ |
| 5 | 振動数 | $\frac{1}{\sin \phi}$ |

(7) 次のグラフは氷→水→水蒸気の状態変化の様子を横軸が加熱時間 t [s]、縦軸を温度 T [°C] としたものである。ここで、実線部では圧力を1気圧に保ったまま加熱を行った。その後(点線部)においては、水蒸気の体積を一定に保ちながら加熱を行った。このとき、点線部の時間当たりの温度上昇は圧力を1気圧に保ったまま加熱する場合と比べてどのようなになるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、単位時間あたりに与える熱量は一定とする。

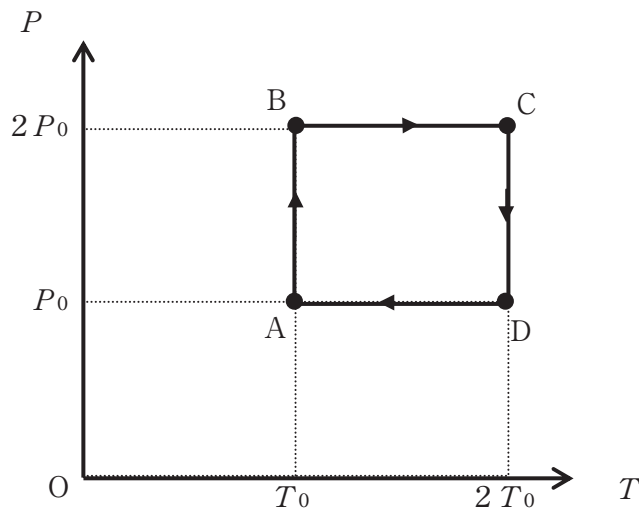
解答番号は



- | 温度上昇 | 理由 |
|--------------|--------------------|
| 1 温度上昇は小さくなる | 定圧モル比熱は定積モル比熱より大きい |
| 2 温度上昇は大きくなる | 定圧モル比熱は定積モル比熱より大きい |
| 3 温度上昇は変わらない | 定圧モル比熱と定積モル比熱は等しい |
| 4 温度上昇は小さくなる | 定圧モル比熱は定積モル比熱より小さい |
| 5 温度上昇は大きくなる | 定圧モル比熱は定積モル比熱より小さい |

(8) 滑らかに動くピストンを取り付けたシリンダーに理想気体を封入し、状態を変化させた。グラフは気体の圧力 P と絶対温度 T を順に状態 $A \rightarrow$ 状態 $B \rightarrow$ 状態 $C \rightarrow$ 状態 $D \rightarrow$ 状態 A の順と変化させたときの圧力と温度の変化を表したものである。

気体が外部にする仕事を過程 $A \rightarrow B$ では W_1 、過程 $B \rightarrow C$ では W_2 、過程 $C \rightarrow D$ では W_3 、過程 $D \rightarrow A$ では W_4 、とする。 $W_1 \sim W_4$ の大小関係はどのようになるか。最も適切なものを 1 ~ 5 から一つ選べ。解答番号は



グラフ

- 1 $W_1 < W_2 < 0 < W_3 < W_4$
- 2 $W_2 < W_3 < 0 < W_4 < W_1$
- 3 $W_3 < W_4 < 0 < W_1 < W_2$
- 4 $W_4 < W_1 < 0 < W_2 < W_3$
- 5 $W_1 < W_4 < 0 < W_3 < W_2$

(9) 図1のように、抵抗値 r [Ω] の抵抗1と R [Ω] の抵抗2、それぞれ電気量が蓄えられていない電気容量が C_1 [F] のコンデンサー1と C_2 [F] のコンデンサー2、電池及びスイッチ S からなる回路がある。電池の起電力は E [V] であり、電池及びコンデンサーの内部抵抗は無視できるものとする。(実験1) と (実験2) の操作を行った。

(実験1) 図1の状態からスイッチ S を入れた直後に抵抗1、抵抗2を流れる電流はそれぞれ [A]、 [A] であった。 ・ の数式の組合せとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。

解答番号は

- | | ア | イ |
|---|------------------|------------------|
| 1 | $\frac{E}{r}$ | 0 |
| 2 | $\frac{E}{r}$ | $\frac{E}{r}$ |
| 3 | $\frac{E}{r}$ | $\frac{E}{R}$ |
| 4 | $\frac{E}{R+r}$ | $\frac{E}{R+r}$ |
| 5 | $\frac{rE}{R+r}$ | $\frac{rE}{R+r}$ |

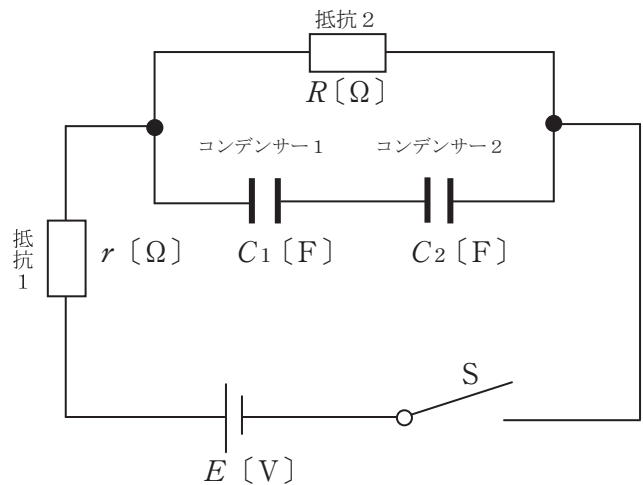


図1

(実験2) 図2はスイッチ S を入れて十分に時間がたったときの様子をあらわしたものであり、このとき抵抗1、抵抗2を流れる電流はそれぞれ [A]、 [A] であった。 ・ の数式の組合せとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。

解答番号は

- | | ウ | エ |
|---|------------------|------------------|
| 1 | $\frac{E}{r}$ | 0 |
| 2 | $\frac{E}{r}$ | $\frac{E}{r}$ |
| 3 | $\frac{E}{r}$ | $\frac{E}{R}$ |
| 4 | $\frac{E}{R+r}$ | $\frac{E}{R+r}$ |
| 5 | $\frac{rE}{R+r}$ | $\frac{rE}{R+r}$ |

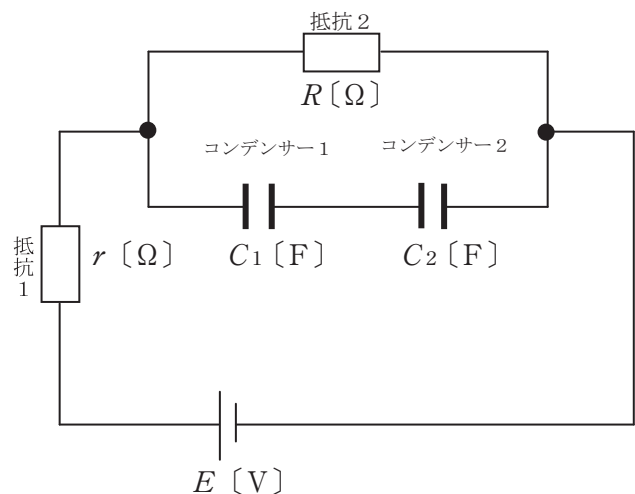


図2

5 今日、我々の生活には、テレビやスマートフォン、タブレット端末など、ディスプレイを有する機器が数多く利用されている。また、ディスプレイの種類には、ブラウン管や液晶ディスプレイやプラズマディスプレイなど様々あり、薄型化や省エネ化などの技術革新が著しい。

このような歴史的な技術の発展には、ブラウン管テレビの開発が寄与しているとされる。

ブラウン管に関する以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 以下の文章の空欄(ア)～(キ)に当てはまる語句を埋めよ。なお、空欄(ウ)(エ)(オ)には、波長の長い光から順に答えよ。

ブラウン管は内部が(ア)のガラス管である。また、ヒーターにより加熱し発生させた熱(イ)線は、高電圧により加速し、蛍光面に衝突することで発光する。

ブラウン管テレビは、この蛍光面に、(ウ)色、(エ)色、(オ)色の3色に発光する蛍光塗料がそれぞれ塗られており、色を表現することができる。また、直進する(イ)線が電場中を通過するときは(カ)力を受け、磁場中を通過するときは、(キ)力を受ける。これを利用して、蛍光面の輝点の座標を操作することで、映像を表示することができる。

(2) 以下の各問いに答えよ。ただし、本問において、電荷の大きさは考慮しない。また、重力の影響を受けないものとする。

ア 一様な電場中における電荷の運動について、以下の(a)、(b)の各問いに答えよ。

ただし、電場の強さを E [N/C] とする。

(a) 図1のように、正に帯電させた極板Aと負に帯電させた極板Bを平行に設置し、一様な電場を生じさせ、電場中の点Pに、質量 m [kg]、電気量 $-e$ [C]の負の電荷を置いた。このとき、電荷が電場から受ける力の大きさはいくらか。また、電荷が受ける力の向きは、極板AからBの向き、極板BからAの向きのいずれか。ただし、解答は答えのみでよい。

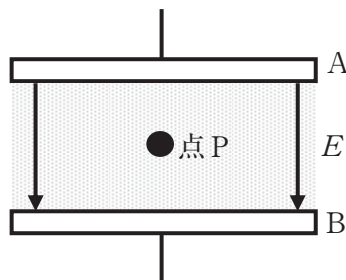


図1

(b) 図2のように、極板A、Bと平行に x 軸を、極板A、Bと垂直に y 軸をとる。次に、図1と同様の装置を用いて、図2のように、点Qから、 x 軸と平行に初速度 v_0 [m/s]で質量 m [kg]、電気量 $-e$ [C]の負の電荷を入射させた。すると、電荷は極板に触れることなく xy 平面上で放物運動を行った。このとき、負の電荷が y 軸上を通過するまでに要する時間はいくらか。また、その際の y 軸方向の変位の大きさはいくらか。その導出の過程も明記すること。

なお、極板Aと極板Bの両端はそろっており、それぞれの極板の長さを l [m]とする。

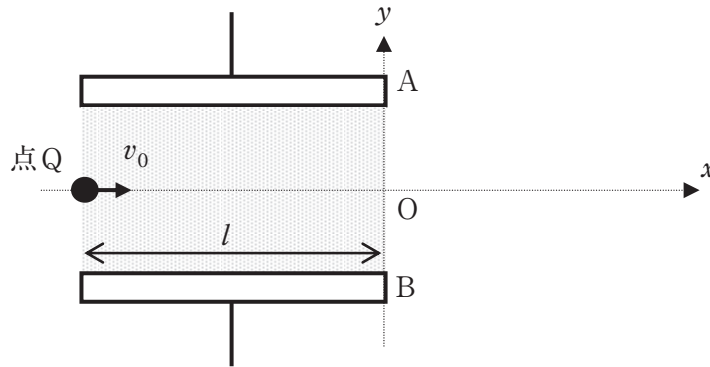


図2

イ 一様な磁場中における電荷の運動について、以下の(a)～(c)の各問いに答えよ。

なお、一様な磁場は、直径が l [m]の2つの円形コイルにより発生させており、これを領域Zとする。また、磁束密度を B [Wb/m²]とし、その向きは紙面に垂直で表から裏に向かうものとする。

(a) 図3のように、この磁場中の中心Rに、質量 m [kg]、電気量 $-e$ [C]の負の電荷を置いた。このとき、電荷が磁場から受ける力の大きさはいくらか。ただし、解答は答えのみでよい。

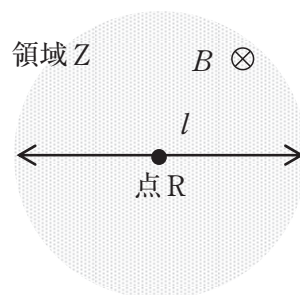


図3

(b) 図4のように、領域Zの点Sから円の中心の点Rに向かう方向に x 軸を、点Sの接線方向に y 軸をとる。次に、領域Zに対して、図4のように点Sから、 x 軸と平行に初速度 v_0 [m/s] で質量 m [kg]、電気量 $-e$ [C] の負の電荷を入射させたところ、電荷は xy 平面上を運動した。このとき、電荷が領域Zから出るときの y 軸方向の変位の大きさ y_1 はいくらか。その導出の過程も明記すること。ただし、座標軸の原点は点Sと一致している。

なお、 y 軸方向の変位の大きさ y_1 は小さく、領域Zから出るときの x 軸方向の変位は l [m] と近似できるものとする。また、変位の大きさ y_1 は、領域Zにおける電荷の円運動の半径より極めて小さいものとする。

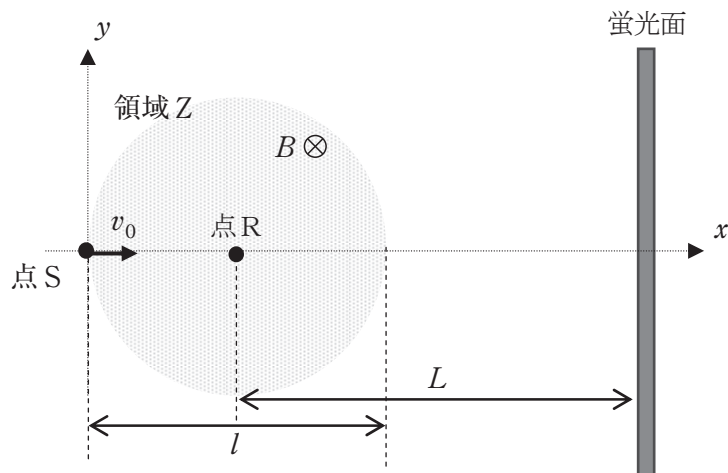


図4

(c) 負の電荷は磁場を通過したのち、 y 軸と平行で円の中心Rから L [m] 離れた蛍光面に達した。蛍光面に達した際の y 軸方向の変位の大きさ y_2 はいくらか。ただし、磁場中での変位の大きさを y_1 とし、 L 、 l 、 y_1 を用いて表せ。その導出の過程も明記すること。

(3) ブラウン管を用いて次のような実験を行った。

図5のように、発射装置、水平偏向板電極、垂直偏向板電極、蛍光物質の塗られたディスプレイからなるブラウン管を用いて、ディスプレイ上にカタカナの「イ」という文字を表示した。

このとき、それぞれ次の1～3の操作を行ったときの説明文のうち、下線部が誤っているものを一つ選べ。また、誤っている文章の下線部を正しく修正するとともに、その理由を述べよ。ただし、水平偏向板電極と垂直偏向板電極は互いに直角に設置されている。また、文字を表示するための偏向板電極の電場等の制御については、考慮しないものとする。

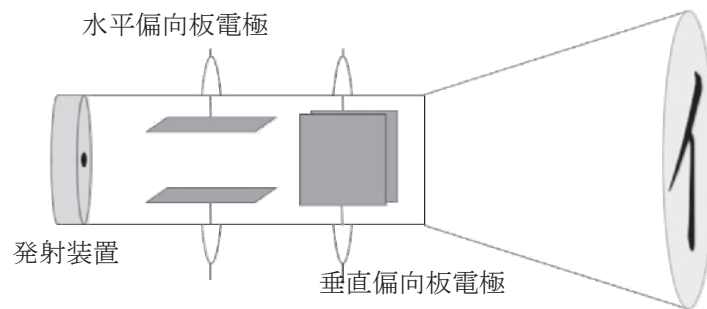


図5

- 1 2組の偏向板電極のうち、水平偏向板の電場の向きのみ入れ替えたところ、「イ」の文字は上下が反転して見えた。
- 2 2組の偏向板電極により電場が生じている部分に、外部から磁場を加え、運動する電荷が電場から受ける力と向きが逆で、大きさが等しい磁場から受ける力を加えたところ、「イ」の文字は表示されなかった。
- 3 電荷の初速度のみが2倍になるよう発射装置の出力を調整したところ、「イ」の文字はもとの大きさより大きく見えた。

