

平成25年度 一般採用試験前期

理科(物理)試験問題

(理 工 学 専 攻)

(注意)

- 試験時間中は、すべて試験係官の指示に従うこと。
- 問題は「マークセンス」及び「記述式」からなり、マークセンス問題は1ページから6ページ、記述式問題は7ページから10ページまでとなっており、それぞれ解答用紙が異なるので注意すること。

(マークセンス注意)

- 理科(物理・マークセンス)解答用紙の注意事項を確認のうえ、例にならって氏名及び受験番号を解答用紙に必ず記入及びマークすること。

例 【氏名】防大渚【受験番号】神奈川理W1234の場合

※氏名及び受験番号の記入について

	姓	名
フリガナ	ボウダイ	ナギサ
漢字	防大	渚

	受験地本名	専攻区分	番号
受験番号	神奈川	理	W1234

女子受験者について、番号のWはマークしなくてよい。

※受験番号等のマークについて

受 験 地 本 名	札幌: 01	福島: 10	
	函館: 02	茨城: 11	
	旭川: 03	栃木: 12	
	帯広: 04	群馬: 13	
	青森: 05	埼玉: 14	
	岩手: 06	千葉: 15	
	宮城: 07	東京: 16	
	秋田: 08	神奈川: 17	
	山形: 09	新潟: 18	

専攻区分	
人社	1
理工	2
性別	
男	1
女	2

番号			
0	0	0	0
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9

- 解答方法は、択一式であり、設問ごとの指示に従い、解答用紙の解答欄の番号にマークすること。

例えば、1と表示のある問題に対して③と解答する場合は、次の例のように1の解答欄の(3)にマークすること。

例	解答マーク欄							
	1	1	2	3	4	5	6	7

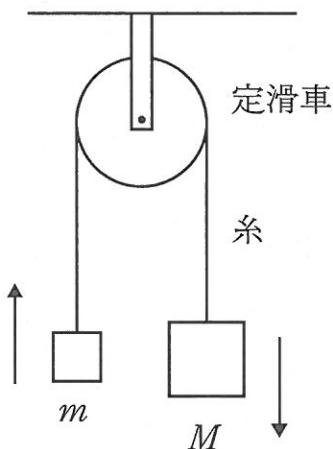
- 理科(物理・マークセンス)解答用紙の余白には書き込まないこと。

(記述式注意)

- 解答はすべて別紙解答用紙の定められた欄におさまるように記入せよ。正しく記入していない場合には採点されないので注意せよ。
- 解答用紙の余白は計算に利用してもよい。

1 図のように、なめらかに動く軽い定滑車に、質量 M [kg] と質量 m [kg] の2つの物体を、軽くて伸びない糸で取り付け、手で支えた。 $M > m$ とする。質量 M の物体を支えていた手を離すと、糸で結ばれていた2つの物体が動き始めた。運動中の糸の張力 [N] を表す式として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

- ① $\frac{mM}{2(M-m)}g$ ② $\frac{mM}{2(M+m)}g$ ③ $\frac{mM}{M-m}g$ ④ $\frac{mM}{M+m}g$ ⑤ $\frac{2mM}{M-m}g$ ⑥ $\frac{2mM}{M+m}g$



図

- 2 水平面と角度 θ [rad] をなすあらい斜面に、質量 m [kg] の物体を静かに置いたところ、
物体は斜面に沿って滑り始めた。滑り始めてから長さ L [m] の斜面を滑り降りるのに要した時間
2 [s] を表す式として正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²]、斜面と物体との動摩擦係数を μ' とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

$$\textcircled{1} \sqrt{\frac{L}{(\sin \theta - \mu' \cos \theta) g}} \quad \textcircled{2} \sqrt{\frac{L}{(\sin \theta + \mu' \cos \theta) g}} \quad \textcircled{3} \sqrt{\frac{L}{(\cos \theta - \mu' \sin \theta) g}} \quad \textcircled{4} \sqrt{\frac{L}{(\cos \theta + \mu' \sin \theta) g}}$$

$$\textcircled{5} \sqrt{\frac{2L}{(\sin \theta - \mu' \cos \theta) g}} \quad \textcircled{6} \sqrt{\frac{2L}{(\sin \theta + \mu' \cos \theta) g}} \quad \textcircled{7} \sqrt{\frac{2L}{(\cos \theta - \mu' \sin \theta) g}} \quad \textcircled{8} \sqrt{\frac{2L}{(\cos \theta + \mu' \sin \theta) g}}$$



3 抵抗値が R [Ω] ($R \neq 0$) の抵抗を n 個 ($n \geq 2$) 用いて、すべて直列接続にしたときの合成抵抗を R_s [Ω]、すべて並列接続にしたときの合成抵抗を R_p [Ω] とする。正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

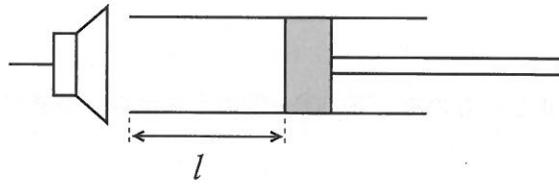
- ① R は R_s より小さく、 R_p より大きい。
- ② R は R_s 及び R_p より大きい。
- ③ R は R_s より大きく、 R_p より小さい。
- ④ R は R_s 及び R_p より小さい。
- ⑤ R は n の値によって、 R_s または R_p に等しくなることがある。

4 起電力の単位について正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 電力と同じ単位である。
- ② 力と同じ単位である。
- ③ 電位と同じ単位である。
- ④ 仕事率と同じ単位である。
- ⑤ 仕事と同じ単位である。

5 図のように、ピストンによって気柱の長さを変化させることができる、内径が一様なガラス管がある。このガラス管の開口端付近にスピーカーを置き、振動数 f [Hz] の音を出し続けた。ピストンの位置を調整したところ、気柱の長さが l [m] のとき、共鳴が起こった。つづいて気柱の長さを徐々に長くしていくと、 $\frac{9}{7}l$ [m] となったとき、再び共鳴が起きた。気柱内の音速 5 [m/s] を表す式として正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{2l}{7f}$
- ② $\frac{7l}{2f}$
- ③ $\frac{4f}{7l}$
- ④ $\frac{4}{7}fl$
- ⑤ $\frac{7f}{8l}$
- ⑥ $\frac{8}{7}fl$
- ⑦ $\frac{9f}{7l}$
- ⑧ $\frac{7}{9}fl$

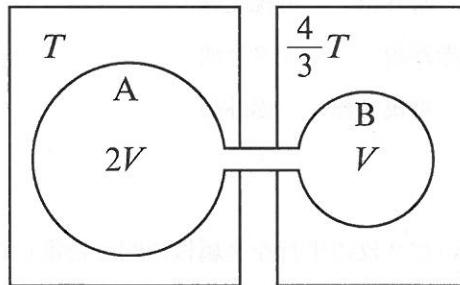


図

6

図のように、細いガラス管で連結された体積 $2V$ [m³] および V [m³] の 2 つの容器 A, B がある。これらの容器全体に n [mol] の理想気体を封入し、容器 A の温度を T [K] に、容器 B の温度を $\frac{4}{3}T$ [K] に保った。十分な時間がたった後、容器 A, B の圧力は等しくなった。このときの容器内部の圧力 6 [Pa] を表す式として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、気体定数を R [J/(mol·K)] とし、ガラス管の体積は無視できるものとする。

- ① $\frac{7nV}{18RT}$ ② $\frac{11nV}{6RT}$ ③ $\frac{7nV}{9RT}$ ④ $\frac{10nRT}{27V}$ ⑤ $\frac{5nRT}{4V}$ ⑥ $\frac{4nRT}{11V}$



図



7

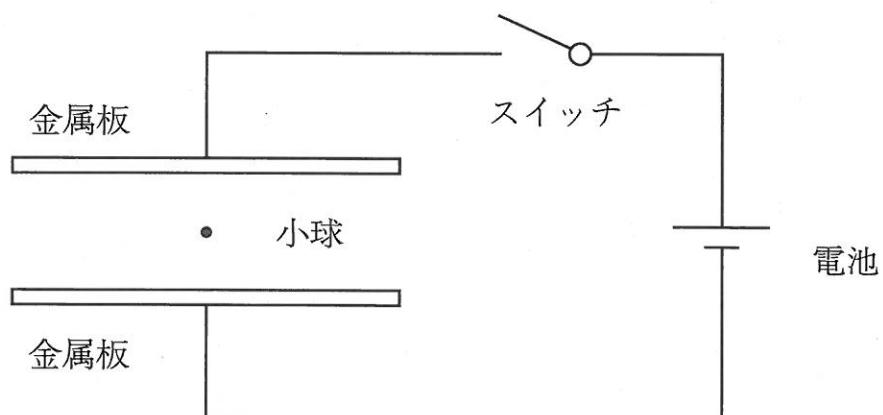
電磁波は、電場と磁場が振動しながら空間を伝わっていく波であり、波長により様々な名称で呼ばれている。以下に挙げる4種類の電磁波に関して、波長の短い順に左から正しく並べてあるものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- ① 可視光線 赤外線 マイクロ波 紫外線
- ② 可視光線 紫外線 赤外線 マイクロ波
- ③ 赤外線 マイクロ波 紫外線 可視光線
- ④ 赤外線 可視光線 マイクロ波 紫外線
- ⑤ マイクロ波 紫外線 可視光線 赤外線
- ⑥ マイクロ波 赤外線 紫外線 可視光線
- ⑦ 紫外線 可視光線 赤外線 マイクロ波
- ⑧ 紫外線 マイクロ波 可視光線 赤外線

8

図のように、電池をつなぎだ2枚の平行な金属板の間に帯電した小球を置く。スイッチを閉じたところ小球は運動を始めた。金属板間の距離を $\frac{1}{2}$ 倍にしたら小球の運動はどうなるか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、金属板間は真空であるとし、重力および地磁気の影響は無視できるものとする。

- ① 金属板間の電場の大きさが2倍になるので、小球の加速度の大きさは2倍になる。
- ② 金属板間の電場の大きさが2倍になるので、小球の速さは4倍になる。
- ③ 金属板間の電場の大きさは変わらないので、小球の加速度の大きさは変わらない。
- ④ 金属板間の電場の大きさは変わらないので、小球の速さは変わらない。
- ⑤ 金属板間の電場の大きさが $\frac{1}{2}$ 倍になるので、小球の加速度の大きさは $\frac{1}{2}$ 倍になる。
- ⑥ 金属板間の電場の大きさが $\frac{1}{2}$ 倍になるので、小球の速さは $\frac{1}{4}$ 倍になる。

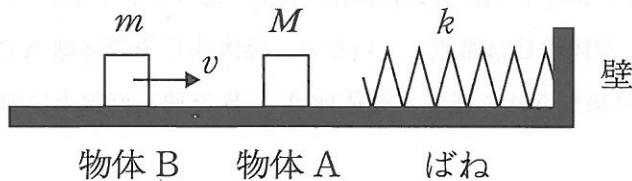


図

9

図のように、なめらかな水平面上に質量 M [kg] の物体 A を置き、ばね定数 k [N/m] の軽いばねの一端を右側の壁に取り付けた。物体 A は、ばねのもう一方の端から離れており、ばねは自然の長さ L [m] で、水平に置かれている。質量 m [kg] の物体 B が、水平面上を速さ v [m/s] で右向きに進み、物体 A と正面衝突した。衝突後、物体 B は左向きに跳ね返され、物体 A はばねを押し縮めた後、左向きに運動した。以下の間に答えよ。ただし $M > m$ とし、衝突は弾性衝突で、ばねの質量及び摩擦や空気抵抗は無視できるものとする。

- (1) 衝突直後の物体 A の速さと物体 B の速さを求めよ。
- (2) ばねが最も縮んだときのばねの長さを求めよ。
- (3) 物体 A がばねに接触してから、ばねが最も縮むまでに要する時間を求めよ。



図

10

次の文章を読んで、以下の間に答えよ。ただし、クーロンの法則の比例定数を k [N·m²/C²]、
 $Q \neq 0$ とし、重力の影響は無視できるものとする。

- (1) 同じ半径の小さい導体球が 2 個ある。それぞれを A, B とする。導体球 A には $+6Q$ [C]、導体球 B には $-5Q$ [C] の電荷を与える。A から B への向きを正として以下の間に答えよ。
- (ア) 導体球 A と B が接触しないように、お互いの中心を距離 r [m] だけ隔てて固定する。距離 r [m] は導体球の半径に比べて十分大きく、導体球は点電荷と見なせるものとする。導体球 A に働く力の大きさと向きを求めよ。
- (イ) 続いて、導体球 A と B を接触させて離し、お互いの中心を距離 r [m] だけ隔てて固定する。距離 r [m] は導体球の半径に比べて十分大きく、導体球は点電荷と見なせるものとする。導体球 A に働く力の大きさと向きを求めよ。
- (2) 同じ半径の小さい導体球が 3 個ある。それを A, B, C とする。導体球 A には $+6Q$ [C]、導体球 B には $-5Q$ [C] の電荷を与え、接触しないように、お互いの中心を距離 r [m] だけ隔てて固定する。距離 r [m] は導体球の半径に比べて十分大きく、導体球は点電荷と見なせるものとする。導体球 C は帯電していない。導体球 C を導体球 A に接触させてから離し、続いて導体球 B に接触させて離す。導体球 A, B を通る直線上に導体球 C を置く。以下の間に答えよ。
- (ア) 導体球 C に帶電する電気量はいくらか。
- (イ) 表に示した 3 通りの範囲に導体球 C を置くとき、C に働く力の向きはそれどうなるか。導体球 A, B の中心を通る直線を x 軸とし、導体球 A の中心を原点に取り、A から B への向きを正とする。答えを選択肢の中から選び、その番号を解答用紙の表の空欄に書け。

表

範囲	力の向き
線分 AB 上 ($0 < x < r$)	選択肢①～④
A を超えた延長線上 ($x < 0$)	選択肢①～④
B を超えた延長線上 ($x > r$)	選択肢①～④

選択肢

① A から離れるにつれて、負から正に変化

② 正

③ 負

④ A から離れるにつれて、正から負に変化

(ウ) 導体球 C に働く力が釣り合う点は導体球 A の中心からいくらの距離にあるか。ただし、導体球 C は無限遠点には置かないものとする。

11

振動数 f [Hz] の音波を出す音源がある。この音源が発する音をある観測者が聞く場合について、下記の 2 つのケースを考える。ただし、空気中の音波の速さを V [m/s] とし、風は吹いていないものとする。以下の間に答えよ。

(1) 下記の文章中の空欄ア～クにあてはまる式を V , v_s , v_o , f を用いて表せ。

(ケース 1) 図 1 のように、位置 O に静止した観測者に向かって、音源が速さ v_s [m/s] ($v_s < V$) で近づく場合を考える。音源が位置 S を通過した時、この位置で音源から出た音波は、観測者の方向に 1 秒間で位置 A まで進み、この間に音源は位置 S' まで進んだ。距離 S'A は ア [m/s] × 1 [s] であり、音源から観測者の方に進む音波の波長は イ [m] となる。また、観測者にとってのこの音波の速さは ウ [m/s] である。よって観測者が聞く音の振動数 f_1 [Hz] は エ [Hz] となる。

(ケース 2) 図 2 のように、位置 S に静止した音源に向かって、観測者が速さ v_o [m/s] ($v_o < V$) で近づく場合を考える。ある時刻での観測者の位置が O であったとする。O を通過した音波は 1 秒間で位置 A に進み、この間に観測者は位置 O' に移動した。距離 O'A は オ [m/s] × 1 [s] であり、観測者にとってのこの音波の速さは カ [m/s] となる。また、音源から観測者の方に進む音波の波長は キ [m] である。よって観測者が聞く音の振動数 f_2 [Hz] は ク [Hz] となる。

(2) 音源、観測者が同一線上を互いに近づく方向に、それぞれ速さ v_s [m/s], v_o [m/s] で移動している場合に、観測者が聞く音の振動数 f_3 [Hz] を V , v_s , v_o , f を用いて答えよ。ただし $v_s < V$, $v_o < V$ とする。

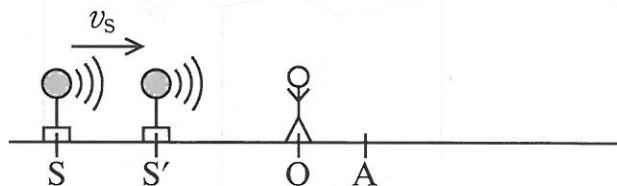


図 1

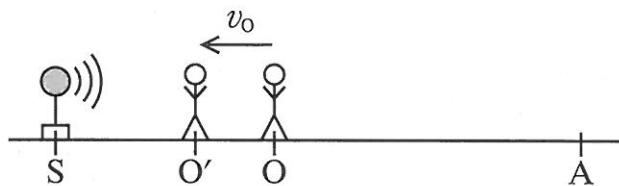
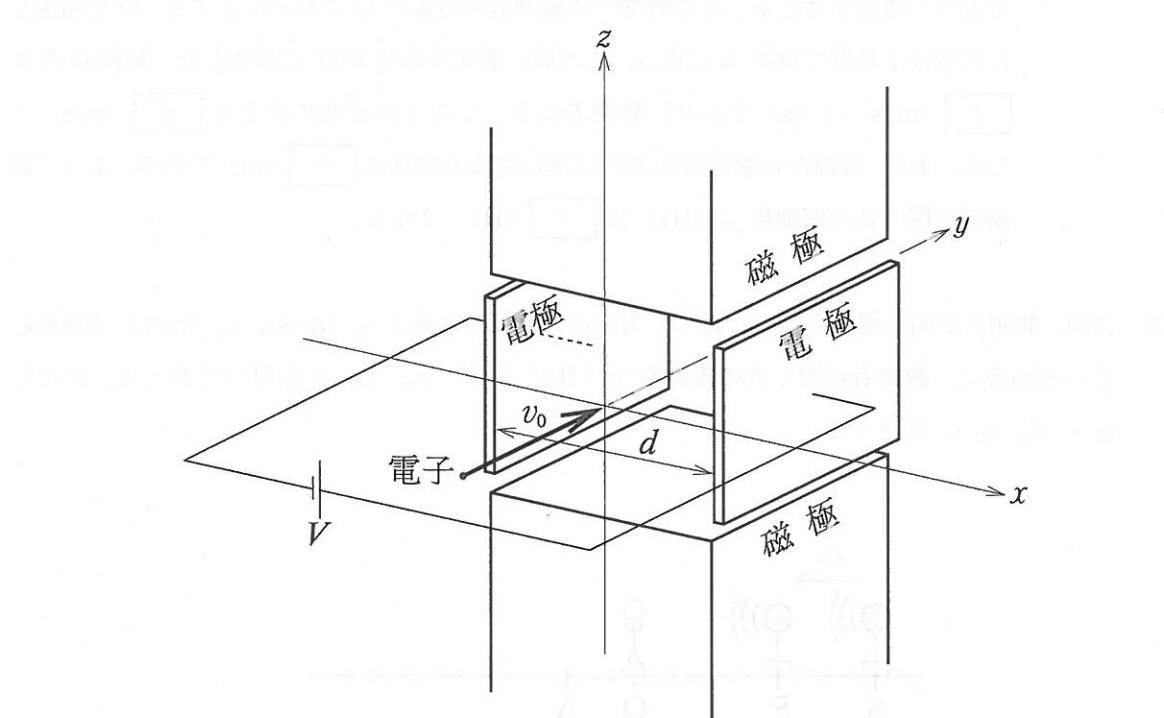


図 2

12 図のように、互いに直交する x 軸、 y 軸、 z 軸を定める。間隔 d [m] の平行な電極で挟まれた真空の空間に、電荷 $-e$ [C] ($e > 0$) の電子を y 軸の正の向きに速さ v_0 [m/s] で進入させる。電極間に電圧 V [V] ($V > 0$) をかけて x 軸の負の向きに一様な電場を生じさせることができ、同時に z 軸に平行で一様な磁場をかけることができるようになっている。電子の質量を m [kg] とし、地磁気及び重力の影響は無視できるものとして以下の間に答えよ。

- (1) 磁場がゼロのときに、電圧 V [V] がかけられた電極間で、この電子が電場から受ける力の大きさと向きを求めよ。
- (2) 電場がゼロのときに、 z 軸に平行な磁場をかけたところ、磁極間に進入した電子は $x-y$ 平面内で z 軸の正の方向から見て反時計回りの円運動を始めた。磁束密度の大きさを B [T] とし、円運動の半径と磁場の向きを求めよ。
- (3) ある強さの磁場と電圧 V [V] の両方をかけたとき、進入した電子は y 軸方向に直進した。このときの磁束密度の大きさと向きを求めよ。



図