

(前期日程)

平成31年度 理科 物理基礎・物理(物理)
化学基礎・化学(化学)

科目の選択方法

教育学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

理学部の受験者

物理受験の者は、物理基礎・物理(物理)を解答すること。

化学受験の者は、化学基礎・化学(化学)を解答すること。

医学部の受験者

物理基礎・物理(物理)と、化学基礎・化学(化学)を解答すること。

工学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

農学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

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 出題科目およびページは、下表のとおりです。

出題科目	ページ
物理基礎・物理(物理)	1～15
化学基礎・化学(化学)	16～26

- 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付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 すべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 5 解答は、すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。
- 6 解答用紙はすべて机の上に出しておくこと。机の中に入れてはいけません。

物理基礎・物理（物理）

教育学部，理学部，工学部および農学部の受験者は，1～4を解答すること。
医学部の受験者は，1，2を解答すること。

1 次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

図1のように、質量 M の箱を路面に平行な荷台にのせて運搬車で運ぶ。運搬車の荷台にはフードが取り付けられ、箱にはたらく空気の抵抗力は無視できる。また、荷台の表面はあらく、箱の大きさは無視できるほど小さいとする。

図2の実線にそって、箱は地点 O から地点 H に移動した。区間 OA では東へ向かって加速し、区間 BD のカーブでは円弧にそって曲がり、地点 D で北へ向かった。そして、区間 EF では斜面を上り、運搬車が急ブレーキをかけたため、箱は地点 G で荷台の上をすべり始め地点 H で静止した。ただし、重力加速度の大きさを g とし、区間 AG では箱の速さは V で一定であり、区間 OG では箱は荷台の上をすべらないものとする。また、区間 OE および区間 FH の道路は水平であり、これらの区間では運搬車の荷台は常に水平であるとする。

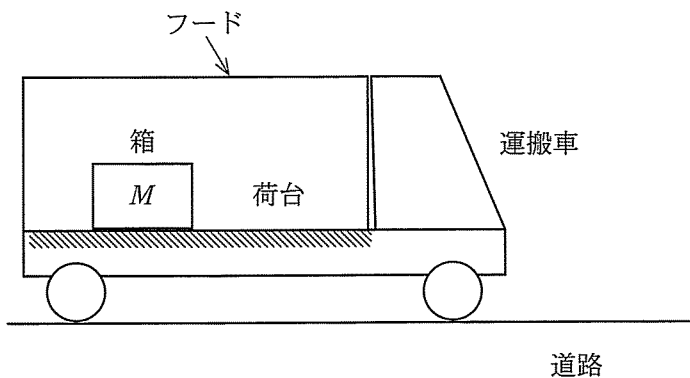


図1

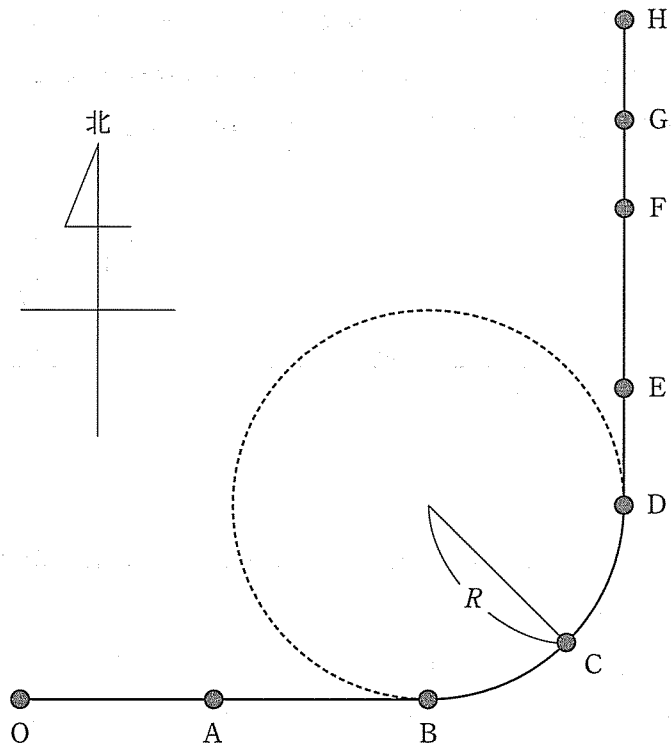


図 2

問 1 地点 O で静止していた箱が地点 A まで一定の大きさの加速度で運動した。この間に要した時間を T とし、地点 A での箱の速さを V とする。

- (1) 箱の加速度の大きさを求めなさい。
- (2) 区間 OA の距離を求めなさい。
- (3) 箱にはたらく静止摩擦力の大きさを求めなさい。

問 2 箱は、地点 B を東向きに通過し、半径 R の円弧にそって一定の速さ V で運動し、地点 D を北向きに通過した。

- (4) 円弧上の地点 C において、箱が受ける向心力の大きさを求めなさい。
- (5) 区間 BD において、向心力が箱にする仕事を求めなさい。

問 3 箱は、区間 EF では、図 3 のような水平に対する傾角 θ の斜面を一定の速さ V で上った。区間 DE に対する区間 FG の高さは h であり、地点 E と地点 F では道路はなめらかにつながっているものとする。

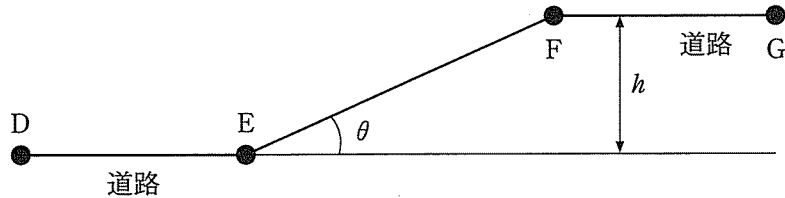


図 3

- (6) 運搬車が地点 D から地点 G に移動したとき、箱が得た位置エネルギーの増加量を求めなさい。
- (7) 箱が斜面に対して平行に移動しているとき、静止摩擦力が箱に仕事をす。このときの仕事率を求めなさい。ただし、運搬車の荷台も斜面に対して平行であるとする。

問 4 箱が地点 G に達した瞬間、運搬車は速さ V から大きさ a の一定の加速度で減速を始め、箱がすべりだした。運搬車が道路に静止した後も箱はすべり続け、地点 H で静止した。箱と運搬車の荷台との間の動摩擦係数は μ' で一定であるとし、運搬車の荷台は十分広いとする。

- (8) 道路に対する箱の加速度の大きさを求めなさい。
- (9) 箱が荷台の上をすべり始めてから静止するまでの間に、箱が荷台の上ですべった距離、すなわち道路に対する箱の移動距離と運搬車の移動距離の差を求めなさい。

物理の試験問題は次ページに続く。

2

以下の設問に答えなさい。

問 1 図 1 のように、スイッチ S 、起電力 E の 4 つの電池、抵抗が R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 の 4 つの抵抗器をつないだ回路がある。点 a の電位を V_a と表し、電位の基準 ($V_a = 0 \text{ V}$) とする。他の点 b 、点 c 、 \dots 、点 h の電位も V_b 、 V_c 、 \dots 、 V_h のように表す。電池の内部抵抗および導線の抵抗は無視してよい。

点 a と点 b の間のスイッチ S を閉じた。

- (1) R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 E を用いて、回路に流れる電流 I を表しなさい。ただし、電流が時計回りに流れるとき I の値を正とする。
- (2) R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 E を用いて、電位差 $V_c - V_b$ を表しなさい。
- (3) R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 E を用いて、 V_c を表しなさい。
- (4) V_c と V_g の間に $V_c > V_g$ の関係がある。 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 の間に成り立つ関係を書きなさい。

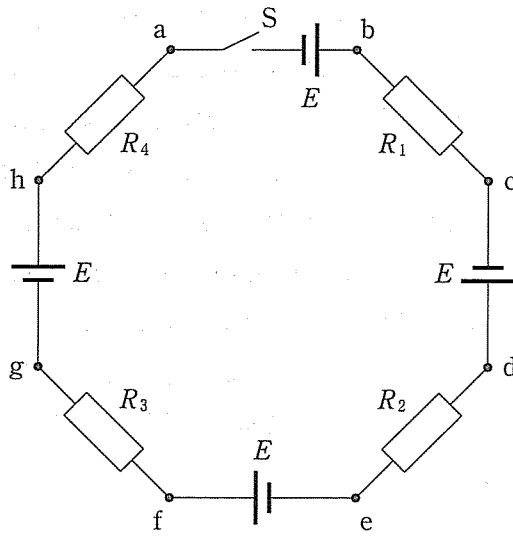


図 1

問 2 問 1 の回路において，スイッチ S を開いた。

(5) R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , E のうち必要なものを用いて， V_b を表しなさい。

問 3 図 2 のように 4 つの抵抗器をつないだ正八角形の回路がある。抵抗器の抵抗は $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 3 \Omega$, $R_3 = 2 \Omega$, $R_4 = 1 \Omega$ である。点 a の電位を V_a と表し、電位の基準 ($V_a = 0 \text{ V}$) とする。他の点 b, 点 c, ..., 点 h の電位も V_b, V_c, \dots, V_h のように表す。外部から磁界を加え回路が囲む領域を貫く磁束 Φ (Wb) を図 3 のように変化させる。紙面の表から裏へ磁束 Φ が貫くとき $\Phi > 0$ である。回路に電流を時計回りに流そうとする誘導起電力が生じるとき、その値を正とする。区間 ab, bc, cd, ..., gh, ha それぞれに生じる誘導起電力は等しく、回路を流れる電流によって生じる磁界は誘導起電力に寄与しないとしてよい。抵抗器の空間的な大きさは十分に小さく、導線の抵抗は無視してよい。

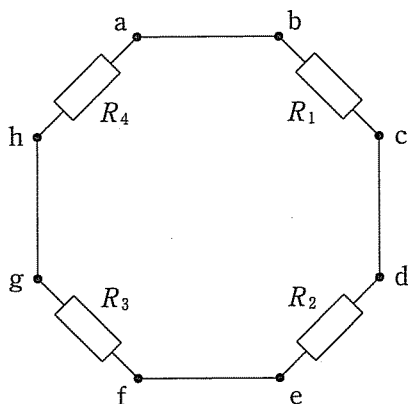


図 2

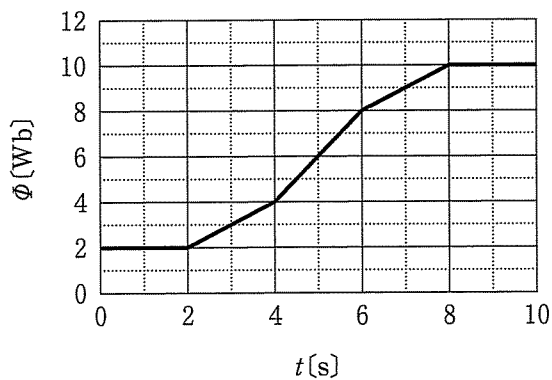
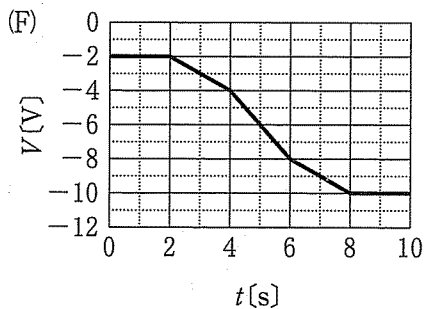
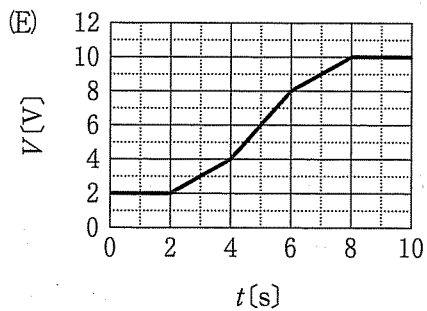
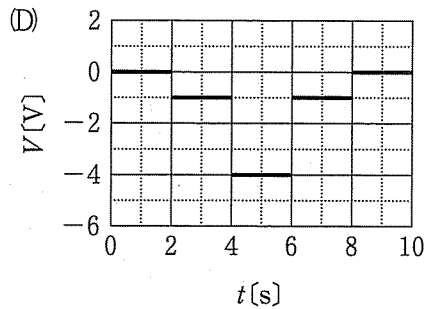
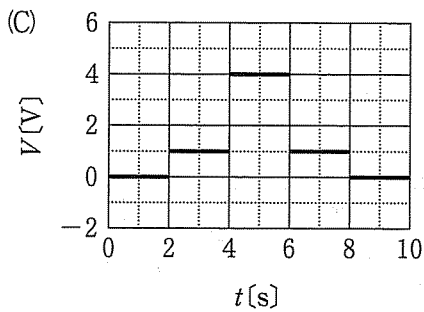
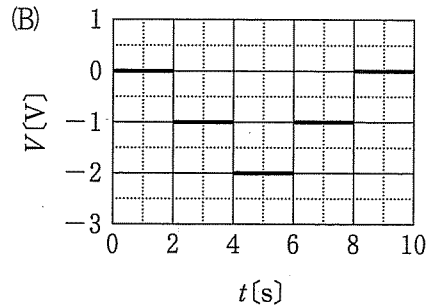
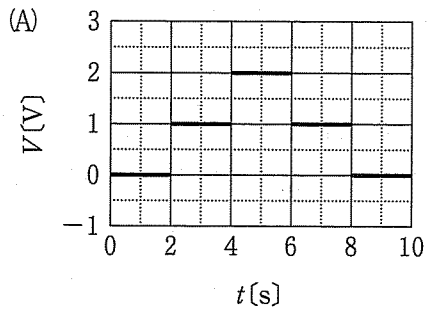


図 3

- (6) 図2の回路全体に生じる誘導起電力を V [V] とする。誘導起電力 V の時間変化を表す最も適当なグラフを下の(A)~(F)から選び記号で答えなさい。



- (7) 時刻 $t = 5$ s のとき, 4つの抵抗で消費される電力の和を求めなさい。

- (8) 時刻 $t = 5$ s のとき, V_c の値を求めなさい。

3 以下の設問に答えなさい。

問 1 以下の文章中の空欄 (A) から (C) に入る語の組み合わせのうち、最も適当なものを下の①～④から1つ選びなさい。

光は (A) であり、その進行方向に (B) な方向に電界・磁界が振動し、伝搬している。現代では、光は情報を伝達する手段として用いられている。実際に、波長 $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}$ から $1.7 \times 10^{-6} \text{ m}$ の (C) は、主要な光学素子であるレンズ、光ファイバーなどを介してインターネットなどの光通信に使用されている。

- ① (A) 縦波, (B) 垂直, (C) 可視光線
② (A) 横波, (B) 平行, (C) 可視光線
③ (A) 縦波, (B) 平行, (C) 赤外線
④ (A) 横波, (B) 垂直, (C) 赤外線

問 2 以下の文章中の空欄 (ア) から (エ) に、適切な数式または語句を入れなさい。

図1のように、焦点距離 f の凸レンズの中心を原点 O とし、凸レンズの光軸を x 軸とする。凸レンズに光軸と平行に入射した光線は、点 F ($x =$ (ア)) の位置で焦点を結ぶ。点 F' ($x = -f$) から a だけ離れた点 P ($x = -(f + a)$) に物体を置くとき、点 Q ($x =$ (イ)) に置かれたスクリーン上に実像ができる。この像のことを、上下の位置関係も含めて (ウ) といい、その倍率 m は $m =$ (エ) となる。

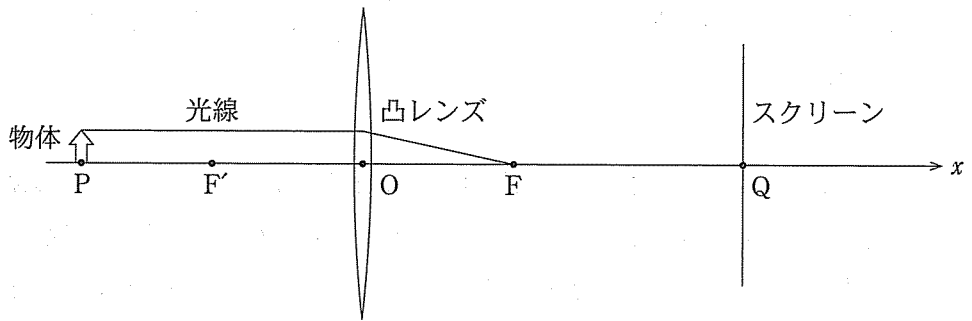


図 1

問 3 以下の文章中の空欄 (オ) から (ク) に、適切な数式または語を入れなさい。

図 2 は、2つの異なるガラス物質 1, 2 を組み合わせて、光が伝わる様子を表している。光線 1 がガラス物質 1 の左側(空気)から入射すると反射および (オ) が生じる。空気に対するガラス物質 1 の相対屈折率を n_1 とすると、角度 i で入射した光線 1 と、角度 r で進行する光線 2 の間には (オ) の法則にしたがって、 $\sin i =$ (カ) の関係がある。ここで、 $n_1 > 1$ である。

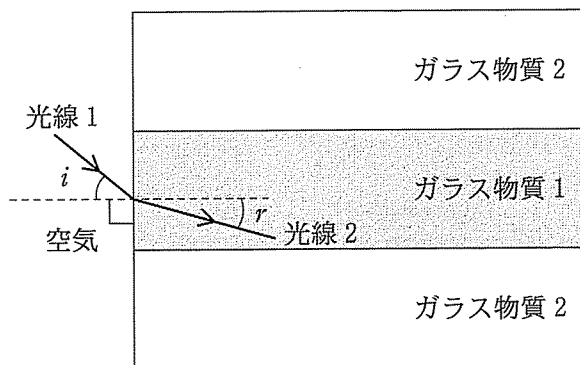


図 2

図 3 のように、ガラス物質 1 に入射した光線 2 の一部はガラス物質 1 と 2 の境界面で光線 3 のように (オ) し、光線 2 の一部は反射して光線 4 となる。ガラス物質 1 と 2 の境界面で、角度 r と角度 θ の間には、ガラス物質 1 に対するガラス物質 2 の相対屈折率 n_{12} ($0 < n_{12} < 1$) を用いて (キ) の関係がある。特に、角度 θ が 90° になるときは、ガラス物質 2 へ進行する光線 3 は生じない。角度 r がさらに小さくなるときは、光線 2 はガラス物質 1 と 2 の境界面で (ク) する。以上の原理を用いて、異なる屈折率のガラスを組み合わせた光ファイバーは光を遠方まで伝えている。

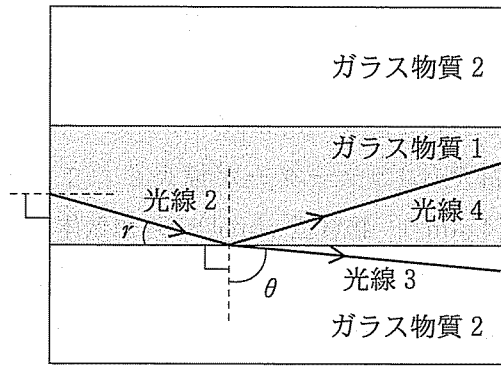


図 3

4 次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

図1のように、ばね定数 k [N/m] のばねとピストンのついた容器を考える。容器内には抵抗 R_0 [Ω] のヒーターが備えられている。最初、容器内は圧力 p_0 [Pa]、体積 V_0 [m^3]、物質量 n [mol] の理想気体で満たされており、その温度(絶対温度)は一様に T_0 [K] であり、ばねは自然長になっている。これを初期状態とする。容器外の圧力は p_0 [Pa]、その温度は一様に T_0 [K] とし、これらは常に一定とする。ピストンの断面積を S [m^2] とし、その質量を無視する。容器とピストンは断熱材でできており、容器内の気体は漏れることがないものとする。容器内の気体の定積モル比熱を C_V [J/(mol·K)] とする。

問1 初期状態において、ピストンが動かないように固定して、時間 t [s] だけヒーターに電流 I [A] を流して容器内の気体に熱を与えると、その気体の圧力が2倍になった。

- (1) ヒーターにより生じた熱量を、 R_0 、 I 、 t を用いて、表しなさい。
- (2) 容器内の気体の温度は T_0 の何倍になるか、求めなさい。
- (3) ヒーターにより生じた熱量が容器内の気体の内部エネルギーの増加分に等しいことから、 R_0 、 I 、 t 、 T_0 、 n を用いて、 C_V を表しなさい。

問2 初期状態において、ピストンがなめらかに動くようにして、ヒーターで容器内の気体に熱を与えると、ピストンが L [m] だけゆっくり動いて止まった。

- (4) 容器内の気体の体積を、 L 、 S 、 V_0 を用いて、表しなさい。
- (5) ばねからピストンに作用する力の大きさを、 k 、 L を用いて、表しなさい。
- (6) 容器内の気体の圧力を、 p_0 、 k 、 L 、 S を用いて、表しなさい。
- (7) 容器内の気体の温度は T_0 の何倍になるか、 p_0 、 k 、 L 、 S 、 V_0 を用いて、求めなさい。
- (8) ばねに蓄えられるエネルギーを、 k 、 L を用いて、表しなさい。

- (9) 容器内の気体が、容器外の気体に対してする仕事とばねに対してする仕事の和を、 p_0 , k , L , S を用いて、表しなさい。

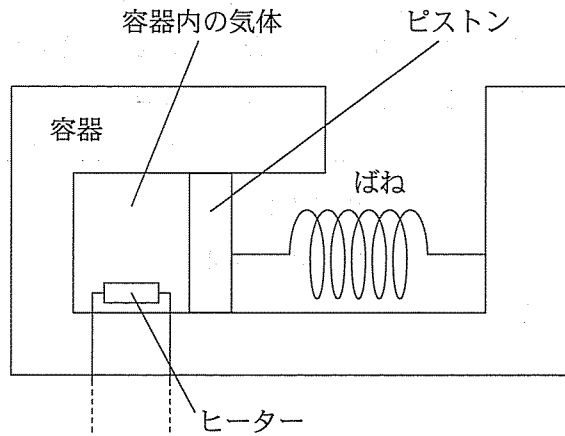


図1