

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。

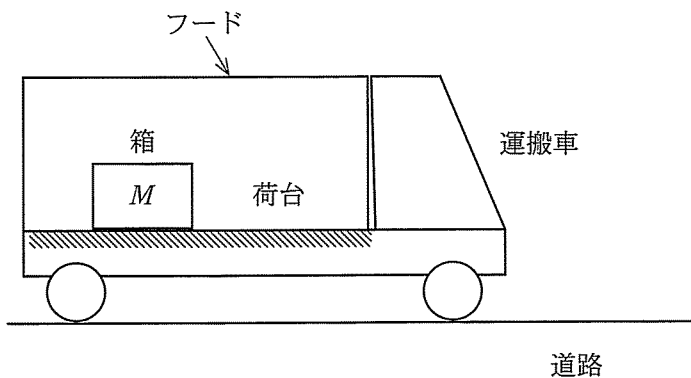


図1

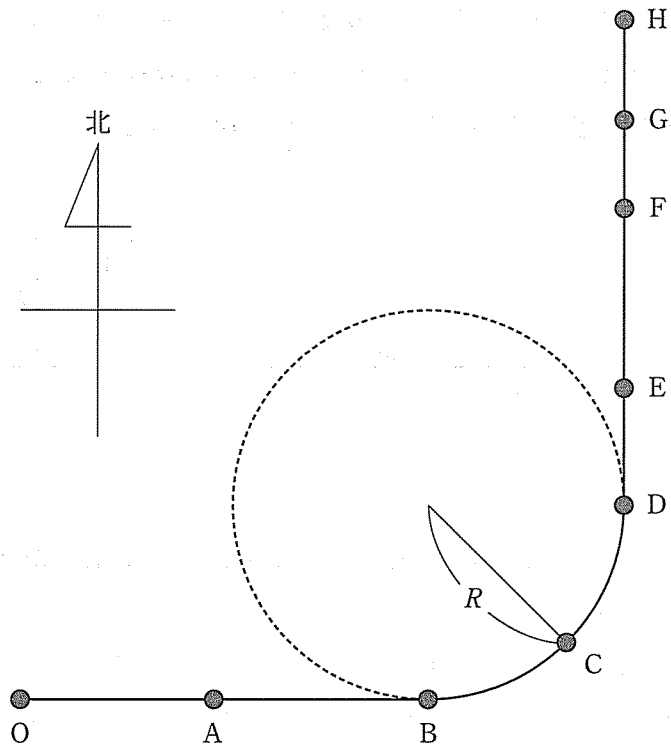


図 2

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。

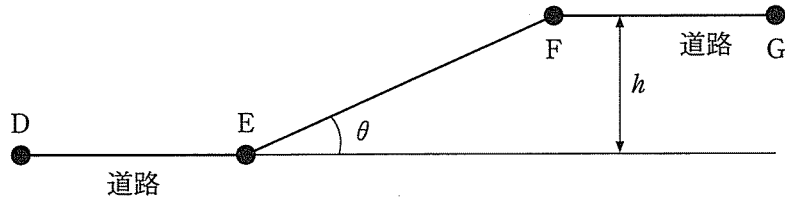


図 3

- (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。

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。

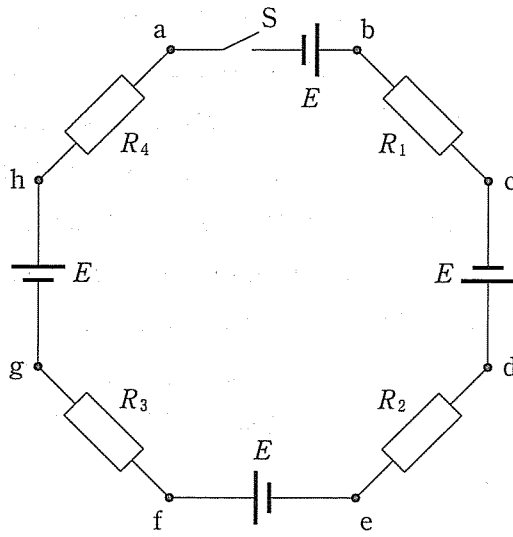
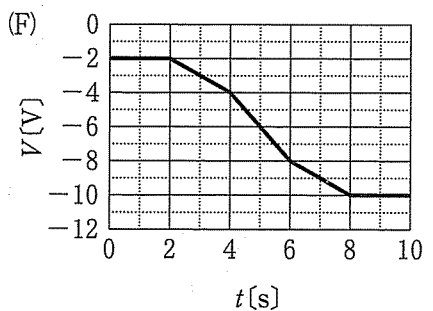
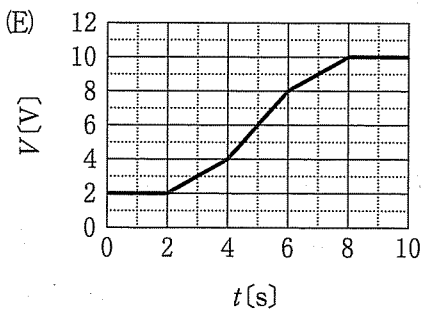
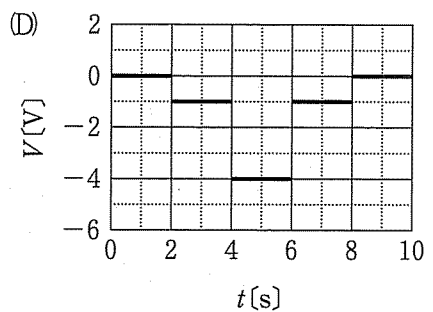
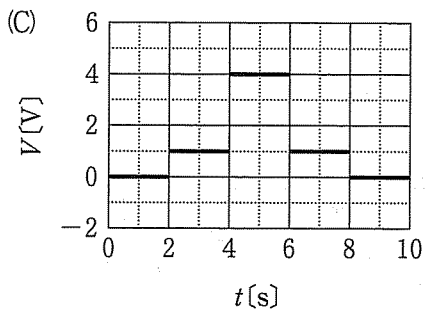
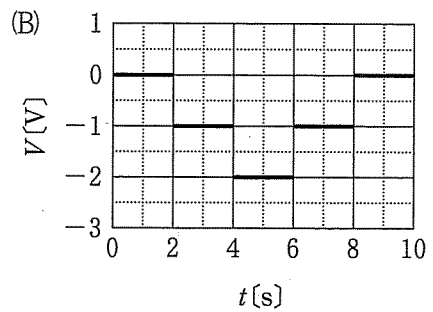
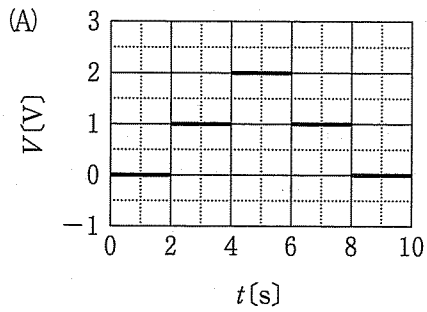


図 1

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。

- (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。

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。

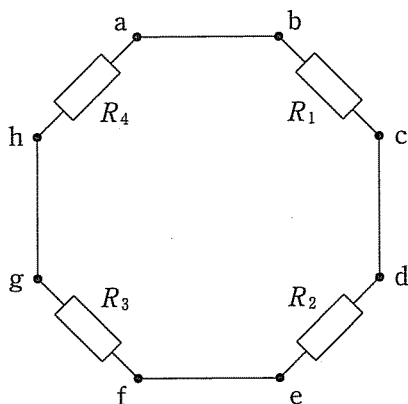


図 2

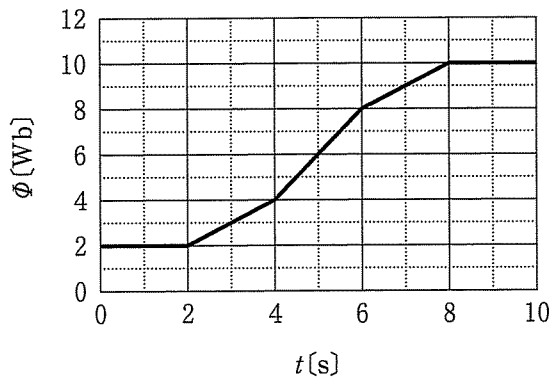


図 3