

1

以下の文を読み、下記の問題に答えなさい。ただし、重力加速度を g [m/s²] とする。

- (1) 図1のように、定滑車に重さの無視できるなめらかな糸を通し、その両端に質量 M_1 [kg] の物体1と質量 M_2 [kg] ($M_1 > M_2$) の物体2がつながっている。図の上向きを正として、下記の問題に答えなさい。

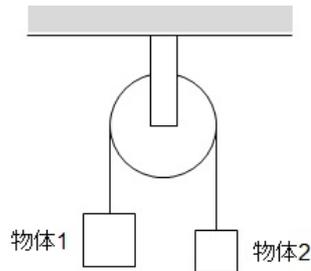


図1

- 問1 物体1、物体2に生じる加速度を α [m/s²]、張力を T [N] とし、それぞれの物体について運動方程式を求めなさい。
- 問2 加速度 α [m/s²]、張力 T [N] を求めなさい。

- (2) 次に図2のように、物体2の下に重さの無視できる糸で質量 M_3 [kg] ($M_3 > M_1$) の物体3をつないだ。物体1と物体2をつないでいる糸の張力を T_1 [N]、物体2と物体3をつないでいる糸の張力を T_2 [N] とする。図の上向きを正として、下記の問題に答えなさい。

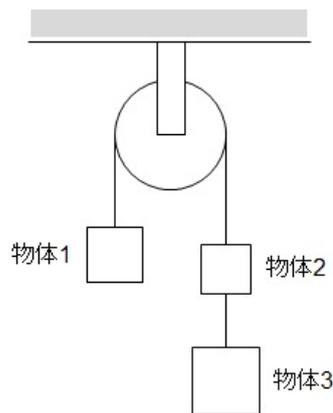


図2

- 問1 物体1、物体2および物体3に生じる加速度を β [m/s²] とし、それぞれの物体について運動方程式を求めなさい。
- 問2 加速度 β [m/s²]、張力 T_1 、 T_2 [N] を求めなさい。

2

図1のように、鉛直上向きの一様な磁束密度 B [T] の磁場内に、 l [m] の間隔で水平に置かれた2本の導線レール ab 、 cd がある。今、 bd 間を起電力 E [V] の電池でつなぎ、レール上に抵抗値 R [Ω] の質量の無視できる導体棒 PQ を2本のレールに対して垂直に設置したところ、はじめから一定の速度 v [m/s] で図の向きに動いた。導体棒 PQ はレールと垂直を保ちながら、なめらかに動くものとして、下記の問に答えなさい。

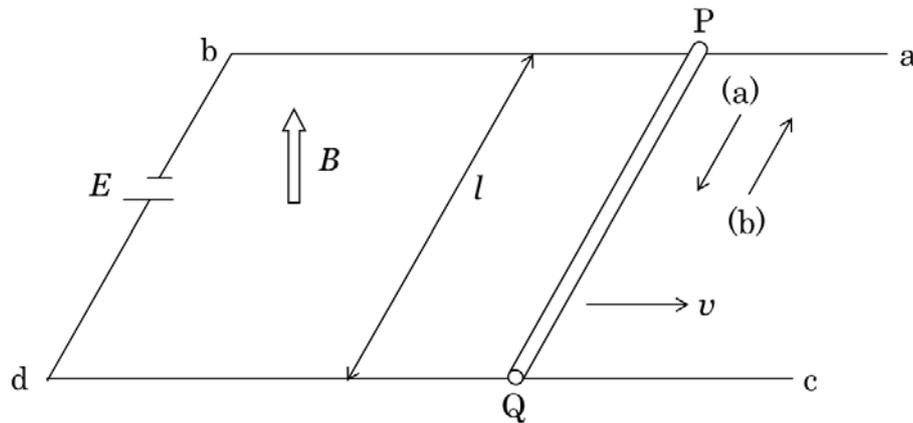


図1

- 問1 導体棒 PQ 間に生じる誘導起電力の大きさ V [V] ($E > V$) を求めなさい。
- 問2 導体棒 PQ 間に流れる電流の大きさ I [A] を求めなさい。また、その向きは(a)、(b)のどちらか。
- 問3 t [s] 秒間経過した時の、導体棒 PQ 間の抵抗で発生するジュール熱 Q [J] を求めなさい。
- 問4 導体棒が磁場から受ける力の大きさ F [N] を求めなさい。

3

図1のように、平面波の波面 A_1B_1 の B_1 が媒質 I と媒質 II の境界面に達した。この後、 A_1 が A_2 に達するのに t [s] かかった。媒質 I および媒質 II での波の速さを v_1 、 v_2 [m/s] として、下記の問題に答えなさい。

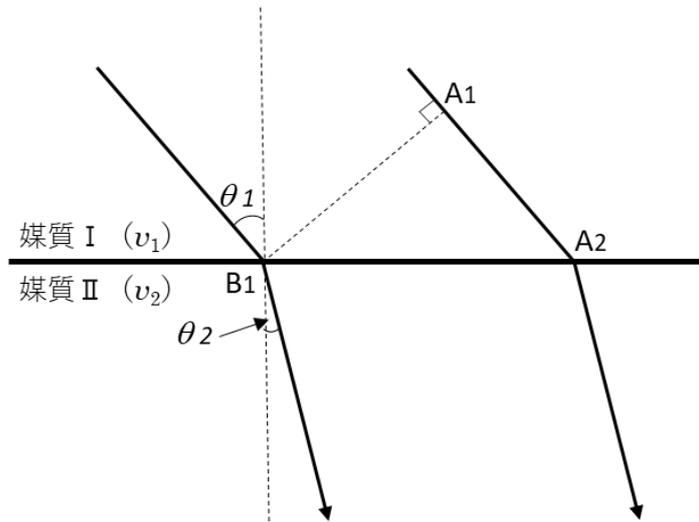


図1

- 問1 波面 A_1B_1 が t [s] 後に A_2B_2 となったとき、波面 A_2B_2 を回答欄の図中に示しなさい。
- 問2 距離 A_1A_2 [m] および距離 B_1B_2 [m] を求めなさい。
- 問3 入射角を θ_1 、屈折角を θ_2 とするとき、距離 A_1A_2 は $A_1A_2 = B_1A_2 \times (\text{ア})$ [m]、距離 B_1B_2 は $B_1B_2 = B_1A_2 \times (\text{イ})$ [m] と表すことができる。(ア) と (イ) にあてはまる適切な式を求めなさい。
- 問4 波の速さ v_1 、 v_2 と θ_1 、 θ_2 との関係式を求めなさい。
- 問5 入射波の波長を λ [m] とするとき、屈折波の波長 λ' [m] を求めなさい。

4

単原子分子理想気体 n [mol] の圧力 P [Pa] と体積 V [m³] の関係を図 1 に示す。図中の BC は等温線である。気体定数を R [J/mol・K] として、下記の間題に答えなさい。

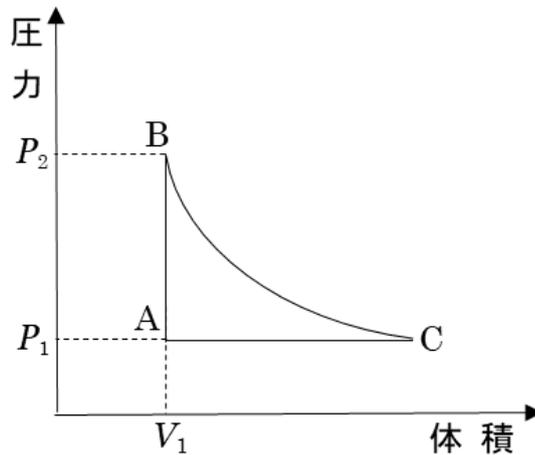


図 1

- 問 1 状態 A と状態 B における気体の温度 T_A 、 T_B [K] を求めなさい。
- 問 2 この気体を状態 A から状態 B、および状態 A から状態 C へそれぞれ変化させた場合、表 1 の (ア) ~ (カ) にあてはまる適切な数値または式を求めなさい。ただし、式は P_1 、 P_2 、 V_1 を用いて表しなさい。

表 1

	気体が外部にした仕事 W [J]	気体の内部エネルギーの増加量 ΔU [J]	気体に与えられた熱量 Q [J]
状態 A から状態 B へ変化させた場合	(ア)	(イ)	(ウ)
状態 A から状態 C へ変化させた場合	(エ)	(オ)	(カ)