

物理 [問題その1]

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

1 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

一直線の道路上を自動車 A が速さ 90 km/h で走行していた。ある時点で自動車 A はブレーキをかけ、一定の加速度で減速して、5.0 秒後に停止した。

(1) ブレーキをかけてから停止するまでの加速度の大きさは何 m/s^2 か。また、ブレーキをかけてから停止するまでの移動距離を求めよ。

上記の自動車 A の後方を自動車 B が速さ 86.4 km/h で走行していた。自動車 B は、自動車 A がブレーキをかけてから 1.0 秒後にブレーキをかけ、一定の加速度で減速した。自動車 B は、ブレーキをかけてから 4.0 秒後に自動車 A の後方 40 m に停止した。

(2) 自動車 B のブレーキをかけてから停止するまでの加速度の大きさと、移動距離を求めよ。

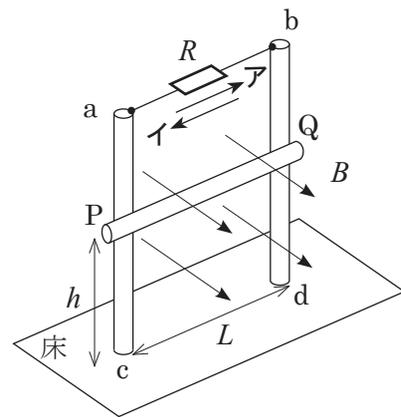
(3) 自動車 B がブレーキをかけた瞬間の自動車 B に対する自動車 A の相対速度の大きさを求めよ。

(4) 自動車 B がブレーキをかけた瞬間から停止するまでの間の自動車 B に対する自動車 A の相対速度の 1 秒間あたりの変化の大きさを求めよ。

(5) 自動車 B がブレーキをかけた瞬間の自動車 A と自動車 B の車間距離を求めよ。

2 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

図のように、磁束密度 B [Wb/m^2] の一様な水平磁場中で、水平な不導体の床に垂直に 2 本の平行な導体棒 ac と bd を L [m] 隔てて、 $acdb$ 平面が磁場に垂直になるように立てた。それぞれの導体棒の上端 a と b の間に抵抗値 R [Ω] の抵抗が接続されている。質量 m [kg] の水平な導体棒 PQ を、2 本の垂直な導体棒となめらかな接触と電気的な接触を保ちつつ h [m] の高さから静かに落下させたところ次第に速度を増し、一定の速度になった後、床に衝突した。導体棒 PQ は、落下中、常に水平であった。3 本の導体棒の抵抗や接触抵抗、自己誘導は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g [m/s^2] とする。



(1) 導体棒 PQ の落下の速さが v [m/s] のとき、抵抗に流れる電流の大きさを求めよ。また、電流の向きは図の **ア** と **イ** のどちらか。

(2) 導体棒 PQ の落下の速さが v [m/s] のとき、導体棒 PQ が磁場から受ける力の大きさを求めよ。また、力の向きは鉛直上向きと下向きのどちらか。

(3) 導体棒 PQ の速さが一定になったときの抵抗に流れる電流の大きさを求めよ。

(4) (3) のときの導体棒 PQ の速さを求めよ。

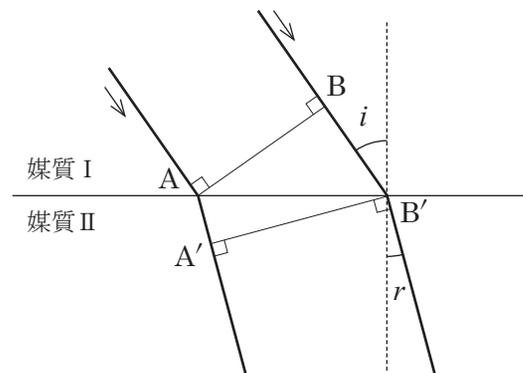
(5) h [m] の高さから落下した導体棒 PQ が床に衝突するまでに抵抗で発生したジュール熱を求めよ。

物理 [問題その2]

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

3 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

図のように、媒質Ⅰから媒質Ⅱに平面波が進んでいる。媒質Ⅰと媒質Ⅱにおける波の速さはそれぞれ v_1 [m/s], v_2 [m/s] である。同位相の波面の一部 AB が時刻 t 秒後に $A'B'$ になった。媒質Ⅰと媒質Ⅱの境界面の入射角は i , 屈折角は r , $AB' = L$ [m] である。



(1) 次の文中の ～ に入る適切な式を記せ。

AA' の長さは v_2 を用いて , BB' の長さは v_1 を用いて である。

よって, $\sin i =$

$\sin r =$

$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\text{ウ}}{\text{エ}} =$

である。

$v_1 = 14$ m/s, $v_2 = 10$ m/s, 媒質Ⅰにおける波の波長を 3.5 m とする。

(2) 媒質Ⅰに対する媒質Ⅱの相対屈折率を求めよ。

(3) 媒質Ⅱにおける波の波長を求めよ。

(4) 媒質Ⅰにおける波の振動数と, 媒質Ⅱにおける波の振動数を求めよ。

(5) 入射角が 30° のときの $\sin r$ の値を, 小数点第二位まで求めよ。

物理 [問題その3]

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

4 次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

図1のように、なめらかに動くピストンのついたシリンダーが垂直に置かれている。シリンダーには、密度 ρ [kg/m³] の液体が入っており、液体には、下が開放された断面積 S [m²] の円筒形の小容器が浮いている。

重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。液体の蒸発や気体の液体への溶解、浮いている小容器の壁の厚さ、小容器内の気体の質量は無視できる程度に小さいものとする。気体と液体の温度は同じで温度変化はない。

はじめは、シリンダー内の気体の圧力は P_0 [Pa]、小容器内の液面とそのまわりの液面との高さの差は d [m]、小容器内部の気体の高さは h [m] であり、小容器の上面はそのまわりの液面より上にあった。

(1) 小容器が受けている浮力の大きさを求めよ。

(2) 小容器の質量を求めよ。

(3) 小容器内の気体の圧力を求めよ。

次に、図2のようにピストンを下に押し下げ、シリンダー内の気体の圧力を増すことで小容器を沈めていき、小容器の上面をそのまわりの液面と同じ高さにした。

(4) 小容器内の液面とそのまわりの液面との高さの差を求めよ。

(5) 小容器内の気体の圧力を求めよ。

(6) シリンダー内の気体の圧力を求めよ。

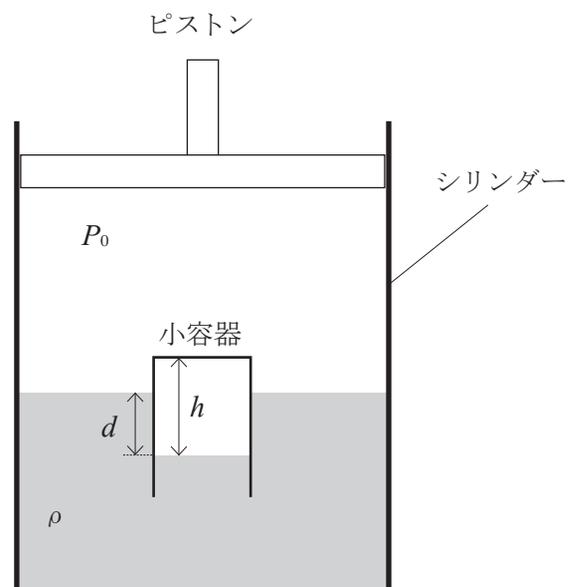


図1

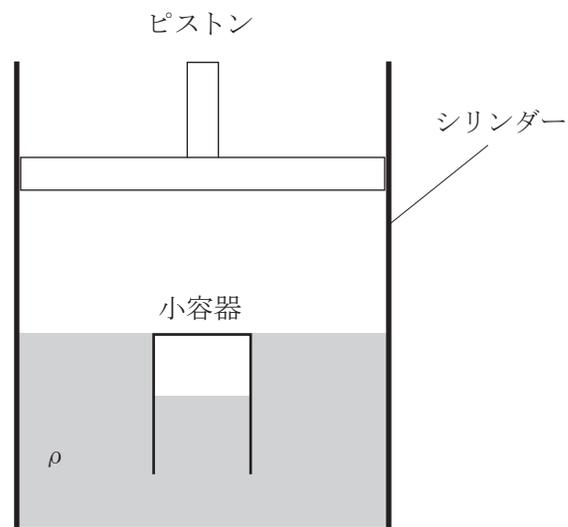


図2

物理 [解答用紙]

'21
Ⅲ 受験番号

1	(1)	加速度の大きさ		移動距離				
		5.0	m/s ²	63	m			
	(2)	加速度の大きさ		移動距離				
	6.0	m/s ²	48	m				
(3)	4.0	m/s	(4)	1.0	m/s	(5)	48	m

2	(1)	電流の大きさ	$\frac{\nu BL}{R}$	[A]	向き	ア	(2)	力の大きさ	$\frac{\nu B^2 L^2}{R}$	[N]	向き	上向き
	(3)	$\frac{mg}{BL}$	[A]	(4)	$\frac{mgR}{B^2 L^2}$	[m/s]	(5)	$mgh - \frac{m^3 g^2 R^2}{2B^4 L^4}$	[J]			

3	(1)	ア	$\nu_2 t$	イ	$\nu_1 t$	ウ	$\frac{\nu_1 t}{L}$	
		エ	$\frac{\nu_2 t}{L}$	オ	$\frac{\nu_1}{\nu_2}$			
(2)	1.4	(3)	2.5	m				
(4)	媒質 I	4.0	Hz	媒質 II	4.0	Hz	(5)	0.36

4	(1)	$\rho d S g$	[N]	(2)	$\rho d S$	[kg]	(3)	$P_0 + \rho d g$	[Pa]
	(4)	d	[m]	(5)	$\frac{h}{d} (P_0 + \rho d g)$	[Pa]	(6)	$\frac{h}{d} P_0 + (h-d)\rho g$	[Pa]