

受験番号	
------	--

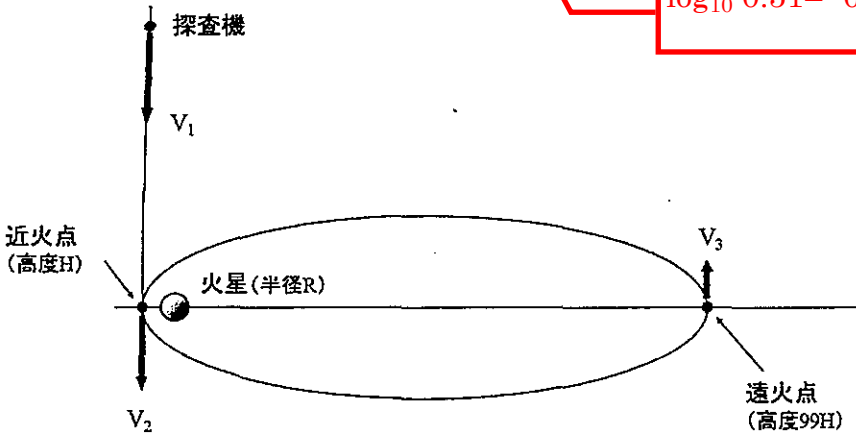
(平成29年8月23日実施)

(2枚中の1枚)

科目名	物 理
-----	-----

採 点	
-----	--

- I. 以下の問題を読み、(1) から (5) に対する解答を解答欄に記入しなさい。
- 火星の半径を R 、火星表面での重力加速度を g とする。今、地球から打ち上げられた火星探査機が火星との相対速度 V_1 で火星表面から高度 H に最接近したとき、ロケットエンジンにより速度 V_2 に減速され、下図のような火星を周回する楕円軌道（近火点高度 H 、遠火点高度 $99H$ ）に投入された。
- (1) ケプラーの第2法則（面積速度一定）を用いて楕円軌道の遠火点での探査機の数値 V_3 と近火点速度 V_2 の比 (V_2/V_3) を求めなさい。
 - (2) V_3 を R 、 H 、 g を用いて表しなさい。
 - (3) V_1 が 5.00 km/s であるとき、上記楕円軌道に投入するために必要な近火点における速度変化量 ΔV ($\Delta V=V_1-V_2$) を有効数字3桁で求めなさい。ただし、 $R=3600 \text{ km}$ 、 $H=3600 \text{ km}$ 、 $g=3.60 \text{ m/s}^2$ とする。必要であれば $\sqrt{2}=1.414$ 、 $\sqrt{51}=7.141$ を用いなさい。
 - (4) 上記の楕円軌道に成功裏に投入された火星探査機は楕円軌道の近火点付近で大気抵抗により1周ごとに 0.1% の速度を失うものとする。速度低下により火星探査機の軌道が円軌道になるまでに必要な周回数を有効数字3桁で求めなさい。ただし、近火点高度は変化しないものとし、 $R=3600 \text{ km}$ 、 $H=3600 \text{ km}$ 、 $g=3.60 \text{ m/s}^2$ とする。また必要であれば $\log_{10} 0.02 = -1.699$ 、 $\log_{10} 0.999 = -0.0004345$ を用いなさい。
 - (5) もし(3)における速度変化量 ΔV が不十分であれば、探査機は火星周回軌道に入ることができない。探査機を火星周回軌道に投入するために必要な速度変化量 ΔV の最小値を有効数字3桁で求めなさい。ただし $V_1=5.00 \text{ km/s}$ 、 $R=3600 \text{ km}$ 、 $H=3600 \text{ km}$ 、 $g=3.60 \text{ m/s}^2$ とする。



$\log_{10} 0.51 = -0.292$ に訂正

解答欄

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	

受験番号	
------	--

(平成29年8月23日実施)

(2枚中の 2枚)

科目名	物 理
-----	-----

採 点	
-----	--

II. 以下の[1]と[2]の問題中の(ア)～(サ)に入る適切な式または文字等を答えなさい。解答は、文章中の記号を用いて、解答欄に記入すること。ただし、円周率を π とする。

[1] 図1に示す断面図のように、外半径 a 、内半径 b の無限に長い円筒の導体(外部円筒)と、半径 c の無限に長い円柱の導体(内部円柱)が、中心軸を互いに同軸にして置かれている。各導体には、大きさの等しい電流 I が紙面に垂直な方向に一様に流れており、外部円筒に流れる電流の方向と内部円柱に流れる電流の方向は、互いに反対であるものとする。真空の透磁率を μ_0 とし、各導体の透磁率を μ_1 とする。

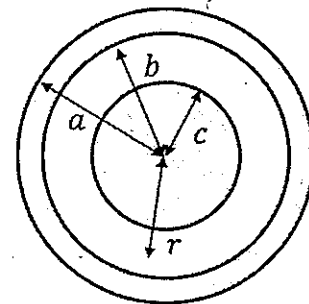


図1

(1) 中心軸から距離 r だけ離れた場所における磁界の強さは、内部円柱内($0 \leq r < c$)では

(ア) であり、両導体の中間($c \leq r < b$)では (イ)、外部円筒内($b \leq r < a$)では (ウ)、外部空間($r \geq a$)では (エ) となる。

(2) 外部円筒の厚さ $d = a - b$ が非常に小さい極限を考える。このとき、図1に示した円筒・円柱系において、単位長さあたりに蓄えられる磁界エネルギーは (オ) となり、外部円筒と内部円柱の間において、紙面に垂直な方向の単位長さあたりの自己インダクタンスは (カ) となる。

[2] 図2に示すように、真空中において、幅 W 、長さ L 、極板間隔が D の平行平板コンデンサを考える。また、この極板間隔に、幅 W 、長さ L 、厚さ D 、比誘電率 $\epsilon_s (> 1)$ の誘電体板を挿入できるものとする。ここで、真空の誘電率を ϵ_0 とし、コンデンサの端の効果、重力や摩擦の影響は無視できるものとする。

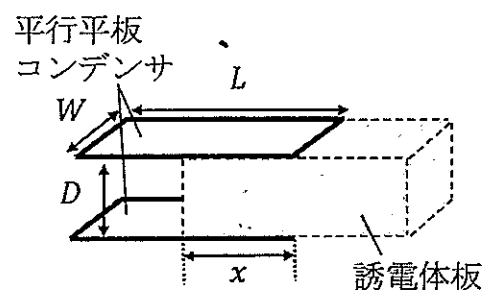


図2

電極間に対して、電池により直流電圧 V が加えられた状況を考える。図2に示すように、コンデンサ中に、誘電体板の半分($x = L/2$)を十分にゆっくりと挿入したとき、コンデンサの静電容量は (キ) であり、静電エネルギーは

(ク) である。したがって、誘電体板の挿入前($x = 0$)からその半分の挿入($x = L/2$)までに外力がおこなった仕事は (ケ) である。誘電体板の半分が挿入されているとき、誘電体板には大きさ (コ) の力が (サ) (紙面左向き、紙面右向き的一方を丸で囲む) の方向に働く。

解答欄

(ア)	(イ)	(ウ)
(エ)	(オ)	(カ)
(キ)	(ク)	(ケ)
(コ)	(サ) 紙面左向き 紙面右向き	