

受験番号
------

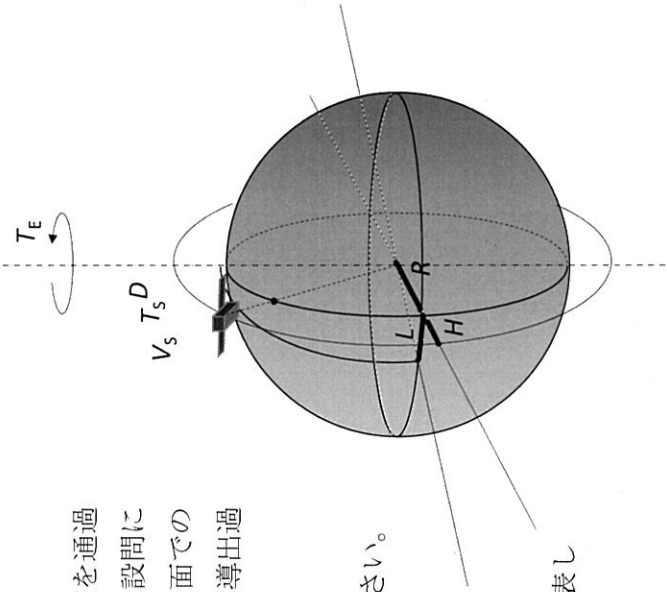
(2019年8月21日実施)

(4枚中の1枚)

科目名	物理	採点
-----	----	----

I. 右図のように地球表面から高度 $H$ の極軌道（経線に沿って南極、北極上空を通過する円軌道）を周回する地球観測衛星（質量 $m$ ）について考える。以下の設問に答えなさい。ただし、地球は半径 $R$ 、質量 $M$ の完全な球体と近似し、地表面での重力加速度を $g$ とする。なお各設問に対する解答は解答用紙の所定の欄に導出過程とともに記入しなさい。

- (1) 高度 $H$ の地球周回軌道上における重力加速度 $g_s$ を $H, R, g$ を用いて表しなさい。
- (2) 地球観測衛星の軌道速度 $V_s$ を $H, R, g$ を用いて表しなさい。
- (3) この地球観測衛星が地球を1周するのに必要な時間 $T_s$ を $H, R, g$ を用いて表しなさい。ただし円周率を $\pi$ とする。



- (4) 地球は自転しているため、地球観測衛星は地上から見て徐々に西に移動してゆく。地球の自転周期を $T_E$ とするとき、地球観測衛星が地球を1周するごと

に移動する赤道上の距離 $L$ を $H, R, g, T_E$ を用いて表しなさい。

- (5) この地球観測衛星が地球を16周するごとに同一時刻に同一地点上空を通過するよう

に軌道を設定した場合の高度 $H$ を有効数字3桁で求めなさい。

ただし、簡単のため、 $R = 6370$  [km],  $g = 9.86$  [m/s<sup>2</sup>],  $T_E = 24.0$  [hour],  $\sqrt{g} = 3.14$  [m<sup>1/2</sup>/s],  $\pi = 3.14$ とする。必要があれば表1で示した値を用いなさい。

表1 べき乗の値

$(2.958)^{1/2}$	1.720
$(2.958)^{1/3}$	1.435
$(2.958)^{1/4}$	1.311
$(29.58)^{1/2}$	5.439
$(29.58)^{1/3}$	3.093
$(29.58)^{1/4}$	2.332
$(295.8)^{1/2}$	17.20
$(295.8)^{1/3}$	6.663
$(295.8)^{1/4}$	4.147

- (6) 前問で求めた高度を周回する地球観測衛星が地球を1周する間に、軌道の

真下にある地上の固定された点から可視可能な時間 $T_{OBS}$ を求めなさい。必要であれば表2に示した値を用いなさい。

表2 関数の値

$\cos 10^\circ$	0.985
$\cos 11^\circ$	0.982
$\cos 12^\circ$	0.978
$\cos 13^\circ$	0.974
$\cos 14^\circ$	0.970
$\cos 15^\circ$	0.966
$\cos 16^\circ$	0.961
$\cos 17^\circ$	0.956
$\cos 18^\circ$	0.951
$\cos 19^\circ$	0.946
$\cos 20^\circ$	0.940

- (7) この地球観測衛星の高度 $H$ が低い場合、大気抵抗 $D$ が無視できず、大気抵抗により衛星の速度が徐々に低下する。これを補償するために衛星に取り付けられた推力12 [mN]のイオンエンジンを間欠的に噴射する。今、24時間で地球を16周する間に3000 [s]イオンエンジンを噴射し速度を維持した。この高度で衛星が受けた平均的な大気抵抗 $D$ を求めなさい。ただし衛星質量 $m$ は変化しないものとする。

受験番号	
------	--

(2019年8月21日実施)

(4枚中の2枚)

科目名	物理	採点	
-----	----	----	--

(1)		$g_s =$
(2)		$V_s =$
(3)		$T_s =$
(4)		$L =$

受験番号	
------	--

(2019年8月21日実施)

(4枚中の3枚)

科目名	物理	採点	
-----	----	----	--

(5)		$H =$
(6)		$T_{OBS} =$
(7)		$D =$

受験番号

(2019年8月21日実施)

( 4枚中の 4枚)

科目名	物 理	採 点
-----	-----	-----

Ⅱ. 以下の(1)～(3)の問題中の(ア)～(シ)に、適切な式または文字等を入れなさい。解答は解答欄に記入すること。  
また、以下では、真空の誘電率と透磁率をそれぞれ $\epsilon_0$ 、 $\mu_0$ とする。

(1) 真空中で2次元の $(x,y)$ 座標位置に、点電荷が以下のように置かれている時、(1-1)の場合と(1-2)の場合について、解答しなさい。ただし以下で、 $a, b, d, q, q_1, q_2$ は全て正の定数である。

(1-1) まず、原点 $(0,0)$ のみに正の電荷 $q$ を持つ点電荷を置くと、この時、点 $(d,0)$ の位置で、電位 $V$ は(ア)、電界 $E$ の強さは(イ)である。ただし、電位の基準(電位ゼロの点)は無限遠である。

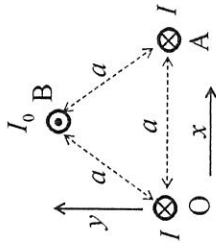
(1-2) 次に、原点の点電荷を除去し、点 $(a,0)$ に電荷 $q_1$ を持つ点電荷、点 $(-a,0)$ に同じ電荷 $q_1$ を持つ点電荷、点 $(0,b)$ に電荷 $q_2$ を持つ点電荷をそれぞれ置いたとき、点 $(0,b)$ の点電荷にはたらくクーロン力 $F$ の強さは(ウ)である。この後、原点 $(0,0)$ に再度点電荷を置き、点 $(0,b)$ の点電荷にはたらくクーロン力 $F$ が $F=0$ となるようにすると、原点に置いた点電荷の符号は(エ)で、その点電荷の絶対値は(オ)である。

(2) 以下の(2-1)と(2-2)の場合について、解答しなさい。

(2-1) 真空中の半径 $a$ の球内に、単位体積当たり $\rho$ の電荷密度で、電荷が一樣に分布しているとする。まず、 $r$ が $0 \leq r \leq a$ の時、半径 $r$ の球面上での電界 $E$ の強さは(カ)である。また、 $r$ が $a < r$ の時、半径 $r$ の球面上での電界 $E$ の強さは(キ)である。

(2-2) 真空中に置かれた半径 $a$ の導体球が、全電荷 $Q$ で帯電している場合、 $r$ が $0 \leq r < a$ の時、半径 $r$ の球面上での電界 $E$ の強さは(ク)である。また、同じく $r$ が $0 \leq r < a$ の時、半径 $r$ の球面上での電位 $V$ は(ケ)である。ただし、電位の基準(電位ゼロの点)は無限遠である。

(3) 真空中で右図のように、座標の原点 $O(0,0,0)$ と、 $x$ 軸上の点 $A(a,0,0)$ に、同じ直流電流 $I$ が、どちらも同じく $z$ 軸方向で負の向きに流れている。ただし $a$ は正の定数である。また、 $OAB$ が正三角形となる点 $B$ に、 $z$ 軸方向で正の向きに直流電流 $I_0$ が流れている。図中の記号 $\odot$ と $\otimes$ は、それぞれ紙面の裏から表へと、表から裏への電流の向きを示す。この時、点 $O$ と点 $A$ の電流が、点 $B$ につくる合成磁界の強さは(コ)である。また、その合成磁界により、点 $B$ の直流電流の単位長さあたりに働く力 $F$ の $x$ 成分 $F_x$ は(サ)で、 $y$ 成分 $F_y$ は(シ)である。



解答欄

(ア)	(イ)	(ウ)
(エ) + - (どちらかの符号に○)	(オ)	(カ)
(キ)	(ク)	(ケ)
(コ)	(サ)	(シ)