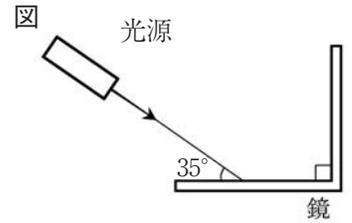


令3 高等学校理科 (物理) (5枚のうち1)

(解答はすべて、解答用紙に記入すること)

I 光について、次の問いに答えなさい。

1 図は、直角に組み合わせた2枚の鏡を平面に立て、平面に平行に進む光を当てたところを真上から見たものである。



- (1) 最初の反射における反射角は何度か、書きなさい。
- (2) 反射後の光の道筋をかきなさい。ただし、すべての反射における入射角の数値も書きなさい。
- (3) 鏡に入射した光の道筋と、2回反射した後の光の道筋は、入射角の大きさによらずどのような特徴があるか、解答用紙の空欄に入る適切な語句を書きなさい。

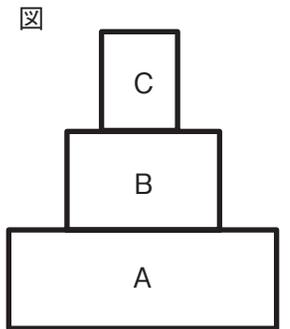
2 光は電磁波の一種である。次の①～③に利用されている電磁波として適切なものを、あとのア～オからそれぞれ1つずつ選び、その符号を書きなさい。

- ① ブラックライト、蛍光灯 ② 携帯電話、電子レンジ ③ サーモグラフィー、テレビのリモコン
 ア マイクロ波 イ 赤外線 ウ 紫外線 エ X線 オ γ 線

3 光の速さを $3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ として、 $2.0 \times 10^6 \text{Hz}$ の電波の波長を求めなさい。

II 生態系について、次の問いに答えなさい。

1 図はある地域の緑色植物、草食動物、肉食動物の数量関係を模式的に示した生態ピラミッドである。



(1) Bにあてはまるものは、緑色植物、草食動物、肉食動物のうちどれか書きなさい。また、Bが何かの原因で急激に増加したとするとCの個体数は一時的にどう変化するか書きなさい。

(2) A、B、Cの死がいや排出物を無機物に変える役割を担っている生物のことを何とよいか、書きなさい。

(3) 次のア～エのうち、(2)の役割に分類されるものを1つ選び、その符号を書きなさい。

- ア ケイソウ イ ウイルス ウ ミジンコ エ シロアリ

(4) 食う食われるの関係にある生物について、単位面積あたりの個体数または総重量の関係として一般的に成立しているものを次のア～エから1つ選び、その符号を書きなさい。

- ア 樹木の葉を食べるガの幼虫の個体数 > 樹木の個体数
 イ 樹木の葉を食べるガの幼虫の総重量 > 樹木の総重量
 ウ コウノトリの個体数 > コウノトリが餌とする魚や小動物の個体数
 エ コウノトリの総重量 > コウノトリが餌とする魚や小動物の総重量

2 生態系における窒素循環に関して、次の問いに答えなさい。

(1) 植物が土壌中の無機窒素化合物を取りこんで、有機窒素化合物を合成するはたらきを何とよいか、書きなさい。

(2) マメ科植物などの根に共生し、大気中の窒素をアンモニウムイオンに変える細菌を何とよいか、書きなさい。

(3) (2)の細菌が共生するマメ科植物として適切なものを、次のア～エから1つ選び、その符号を書きなさい。

- ア ヒメジョオン イ シロツメクサ ウ セイタカアワダチソウ エ セイヨウタンポポ

III 水溶液の電気分解の実験に関して、次の問いに答えなさい。

1 5.0%の塩化銅(II)水溶液を、電極に炭素棒を使って電気分解する実験を行った。

(1) 5.0%の塩化銅(II)水溶液をつくるためには、水100gに塩化銅(II)の無水塩を何g溶かせばよいか、小数第1位まで求めなさい。

(2) この実験を続けると、塩化銅(II)水溶液の色はどのように変化するか、解答欄の()に適切な語句を書きなさい。

(3) 陽極で生じる物質の名称を書きなさい。

(4) 陰極で起こる変化を、次のア～オから1つ選び、その符号を書きなさい。

- ア 表面がとけ始める イ 表面に青色の物質がつく ウ 表面に赤褐色の物質がつく
 エ 表面に黒色の物質がつく オ 気体が発生する

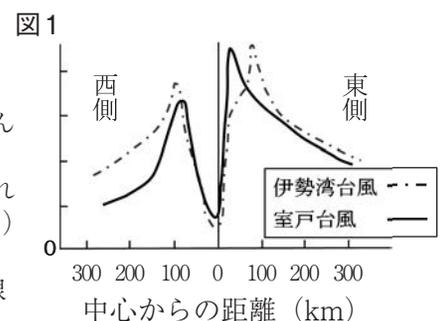
2 電極に白金を使って希硫酸を電気分解した。

(1) このとき、陰極で生じる物質の名称を書きなさい。

(2) このとき、陽極で起こる変化を電子 e^- を使った反応式で書きなさい。

IV 気象現象について、次の問いに答えなさい。

1 図1は2つの台風の気象データをもとに作成したグラフである。



(1) 縦軸は何の値を示しているか、次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。

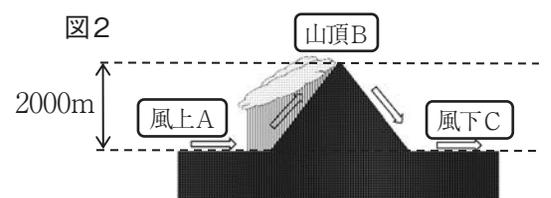
- ア 気圧 イ 風速 ウ 湿度 エ 最上部の雲の高さ

(2) 台風について書かれた次の文の空欄①～③にあてはまる語句をア～カから1つずつ選んで、その符号を書きなさい。

台風は、熱帯地方のあたたかい海上で発生した低気圧が、海から(①)を供給されて発達したものである。(②)をとまわず、天気図ではほぼ同心円状の(③)で表される。

- ア 気流 イ 前線 ウ 水蒸気 エ 凝結核 オ 等高線 カ 等圧線

2 図2は、ある気象現象を模式的に表したものである。



(1) 湿った風が山を越えて吹くとき、風下側で急に気温が上がる現象の名称を書きなさい。

(2) 次の文の空欄①、②にあてはまる数値を整数値で求め、空欄③にあてはまる語句を書きなさい。ただし、雲ができ雨が降っている状況では100mにつき気温が 0.5°C 変化し、雲がない状況では100mにつき気温が 1°C 変化するものとする。

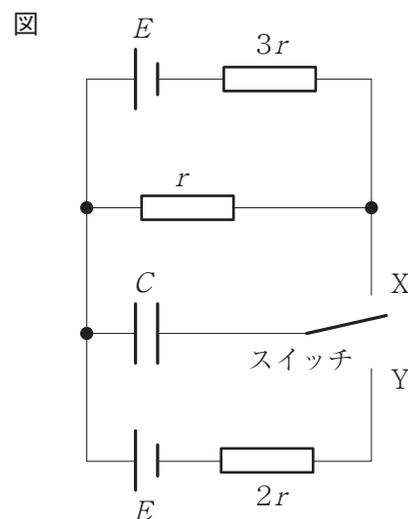
風上A(気温 25°C)で雨が降っており、風上Aから山頂Bまで風が吹き上げ、雨が降っている。このとき、山頂Bの気温は(①) $^\circ\text{C}$ である。山頂Bを越した後、雲は消えて風下Cまで吹き下りた。このとき、風下Cの気温は(②) $^\circ\text{C}$ である。このように風上Aから山頂Bまでの気温の変化する量が、山頂Bから風下Cまでと比べて小さいのは、水の状態変化にともない熱が放出されるためである。この熱を(③)という。

令3 高等学校理科（物理） （5枚のうち2）

（解答はすべて、解答用紙に記入すること）

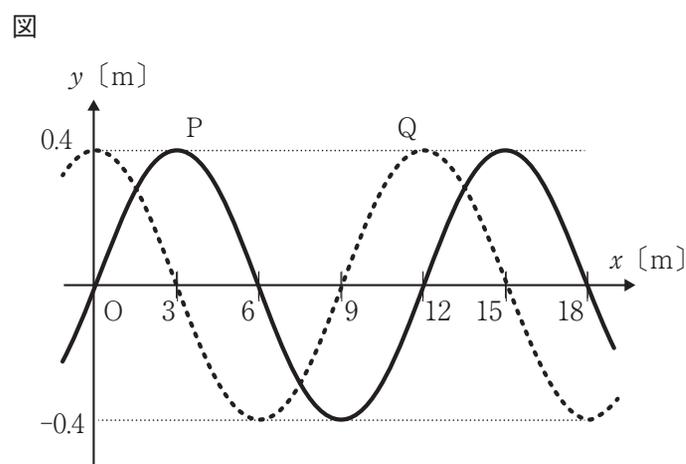
V 図のように、内部抵抗が無視できる起電力 E の電池2個、抵抗値がそれぞれ r 、 $2r$ 、 $3r$ の抵抗、電気容量 C のコンデンサーと、スイッチが接続された回路がある。最初、スイッチは開いており、コンデンサーに電荷は蓄えられていないものとして、次の問いに答えなさい。

- 1 スイッチをX側につないだ。この直後に、抵抗値 r の抵抗に流れる電流の大きさと、コンデンサーに流れる電流の大きさをそれぞれ求めなさい。
- 2 スイッチをX側につないで、十分に時間が経過したとき、コンデンサーに蓄えられている電気量を求めなさい。
- 3 2の後、スイッチをY側につなぎ替えた。この直後に、抵抗値 $2r$ の抵抗に流れる電流の大きさを求めなさい。
- 4 3の後、十分に時間が経過するとコンデンサーに電流が流れなくなった。この間に、電池がした仕事と、抵抗値 $2r$ の抵抗で発生したジュール熱をそれぞれ求めなさい。



VI 図の実線は、ある正弦波の時刻 0s における波形である。この正弦波が時刻 1.2s のとき、波の山PがQまで進んで、点線の波形になった。次の問いに答えなさい。ただし、特に指示がない場合は、有効数字を無視してよい。

- 1 この波の振幅、波長、伝わる速さ、振動数を、それぞれ有効数字2桁で求めなさい。
- 2 位置 $x = 0\text{m}$ にある媒質が静止する時刻を、整数 n を用いて表しなさい。
- 3 時刻 0s のとき、速度が上向きに最大となっている媒質の位置 x [m] を、整数 a を用いて表しなさい。
- 4 媒質の振動の速さが最大となるとき、その速さはいくらか、有効数字2桁で求めなさい。
- 5 位置 $x = 55\text{m}$ にある媒質の、振動のようすを表す $y - t$ 図をかきなさい。
- 6 位置 x [m] にある媒質の、時刻 t [s] における変位 y [m] を表す式を書きなさい。



令3 高等学校理科（物理） （5枚のうち3）

（解答はすべて、解答用紙に記入すること）

VII 万有引力に関する、次の問いに答えなさい。ただし、地球などの星の自転や、大気による影響は無視できるものとする。

- 1 地球表面から物体を水平に発射することを考える。ただし、万有引力定数を G 、地球の質量を M 、地球の半径を R とする。
- (1) 初速 v_0 で発射すると、物体は半径 R の等速円運動をした。このときの初速 v_0 を求めなさい。また、円運動の周期 T を求めなさい。
 - (2) 初速 v_1 で発射すると、物体は最大で地球の中心からの距離が aR となる位置 ($a > 1$) まで到達し、再び発射位置に戻ってきた。
 - (i) この物体が再び発射位置に戻ってくるまでの間において、最も遅くなったときの速さは v_1 の何倍か、求めなさい。
 - (ii) v_1 は v_0 の何倍か、求めなさい。
 - (iii) この物体を発射してから再び発射位置に戻ってくるまでの時間は、 T の何倍か、求めなさい。
 - (3) 初速 v_2 で発射すると、物体は最大で月の公転軌道（半径 3.84×10^5 km）まで到達した。既知の値を用いて、 v_2 を有効数字2桁で求めなさい。ただし、月の万有引力の影響は無視できるものとし、求めるまでに用いた既知の値と、求める過程についても示しなさい。

2 表は、太陽系における各星の赤道半径、質量、密度を、それぞれ地球 = 1 として示したものである。表の各星において、星の表面から物体を水平に発射して、等速円運動させることを考える。

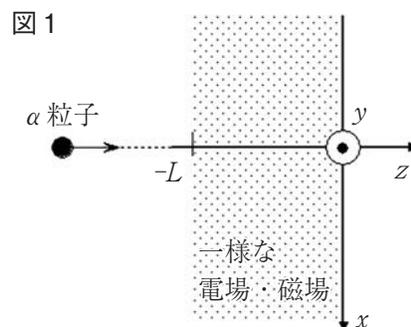
表

	赤道半径	質量	密度
ア 水星	0.38	0.055	0.99
イ 金星	0.95	0.82	0.95
ウ 地球	1	1	1
エ 火星	0.53	0.11	0.71
オ 木星	11	318	0.24
カ 土星	9.4	95	0.13
キ 天王星	4.0	15	0.23
ク 海王星	3.9	17	0.30
ケ 冥王星	0.18	0.0022	0.39
コ 月	0.27	0.012	0.61

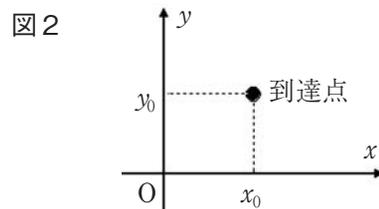
- (1) 表に示したア～コの星のうち、等速円運動の速さが最も小さくなるのはどの星か、その符号を書きなさい。
- (2) 表に示したア～コの星のうち、等速円運動の周期が最も長くなるのはどの星か、その符号を書きなさい。

VIII 図1のように、 $-L \leq z \leq 0$ の範囲に y 軸方向の一様な電場と磁場があり、 z 軸上正の向きに運動してきた荷電粒子を入射させる。重力による影響は無視できるものとして、次の問いに答えなさい。

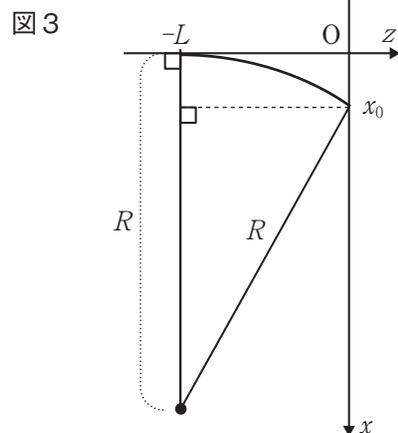
1 質量 m 、電気量 $+q$ の α 粒子を速さ v_0 で入射させたとき、図2のように、 α 粒子は xy 平面上の点 (x_0, y_0) に到達した。これについて説明した次の文の に入る適切な文字式をそれぞれ答えなさい。



まず、磁場から受ける力を無視すると、 α 粒子は電場から y 軸正の向きの力を受けて、 yz 面内において放物運動すると考えられる。このとき、電場の大きさを E とすると、粒子の加速度の大きさは ① であり、また、放物運動をする時間は ② であることから、 y 軸方向の変位 y_0 を求めると、 $y_0 =$ ③ となる。



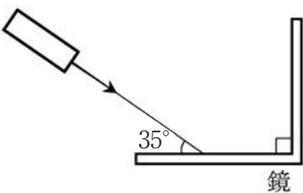
次に、 α 粒子が磁場から受ける力の影響について考える。磁場の磁束密度の大きさを B とすると、 α 粒子は xz 面内において大きさ ④ のローレンツ力を受け、半径 $R =$ ⑤ の等速円運動を行う。従って図3から、 x 軸方向の変位 x_0 は R 、 L を用いて、 $x_0 = R -$ ⑥ と表される。ここで、磁束密度 B が十分に小さいとすると、半径 R が十分に大きいとみなせるため、 x が十分に小さいときの近似式 $(1+x)^n \approx 1+nx$ を利用して、 x_0 は R を用いずに B を用いて、 $x_0 \approx$ ⑦ と表される。また、このとき $y_0 \approx$ ③ と考えてよい。



- 2 1と同じ電場と磁場に、 α 粒子にかえて陽子を同様に入射させる。
- (1) 入射させた陽子の速さが v_0 であったとき、 xy 平面上の到達点の座標を、 x_0 と y_0 を用いて表しなさい。
 - (2) 速さが v_0 から $4v_0$ まで連続的に分布した多数の陽子を入射させたとき、陽子の xy 平面上の到達点の分布を、 x_0 と y_0 を用いて図示しなさい。

令3 高等学校理科（物理）解答用紙（5枚のうち4）

総計		

I	1	(1) 度 (2)				
		(3)	2回反射した後の光の道筋は、鏡に入射した光の道筋に対して（ ）である			
	2	①	②	③		
	3	m				
II	1	(1) B	Cの変化			
		(2)	(3)	(4)		
	2	(1)	(2)	(3)		
III	1	(1) g	(2) () 色の水溶液の色が ()			
		(3)	(4)			
	2	(1)	(2)			
IV	1	(1)	(2) ①	②	③	
	2	(1)	現象			
		(2) ①	②	③		

I		

II		

III		

IV		

令3 高等学校理科（物理）解答用紙（5枚のうち5）

V	1	抵抗		コンデンサー						
	2			3						
	4	電池がした仕事		ジュール熱						
VI	1	振幅	m	波長	m	速さ	m/s	振動数	Hz	
	2			s	3	m				
	4			m/s		5				
	6			m						
VII	1	(1) 初速			周期					
		(2) (i) 倍		(ii) 倍		(iii) 倍				
	2	(3)								
VIII	1	①		②		③				
		④		⑤		⑥				
	2	⑦				2	(2)			
		(1)								

V

--	--	--

VI

--	--	--

VII

--	--	--

VIII

--	--	--

令3 高等学校理科(物理) 模範解答

総計		
200		

I	1	(1) 55度	(2)	
		(3) 鏡に入射した光の道筋に対して (平行) である		

I	2	① ウ	② ア	③ イ
	3	1.5 × 10 ² m		

20		

II	1	(1) 生物B 草食動物	生物Cの変化 増加する	
		(2) 分解者	(3) エ	(4) ア
2	(1) 窒素同化	(2) 根粒菌	(3) イ	

20		

III	1	(1) 5.3 g	(2) (青) 色の水溶液の色が (薄くなる。)	
		(3) 塩素	(4) ウ	

20		

IV	1	(1) イ	(2) ① ウ	② イ	③ カ
	2	(1) フェーン現象			

IV	2	(2) ① 15	② 35	③ 潜熱	
----	---	----------	------	------	--

20		

令3 高等学校理科(物理) 模範解答

V	1	抵抗	0	コンデンサー	$\frac{E}{3r}$				
	2		$\frac{1}{4}CE$	3	$\frac{3E}{8r}$				
	4	電池がした仕事	$\frac{3}{4}CE^2$	ジュール熱	$\frac{9}{32}CE^2$				
VI	1	振幅	0.40 m	波長	12 m	速度	7.5 m/s	振動数	0.63 Hz
	2		$0.4+0.8n$ [s]	3	$6+12a$ [m]				
	4		1.6 m/s						
	6		$y = -0.4 \sin 2\pi \left(\frac{5t}{8} - \frac{x}{12} \right)$ [m]	5					
VII		(1) 初速	$\sqrt{\frac{GM}{R}}$	周期	$2\pi R \sqrt{\frac{R}{GM}}$				
		(2) (i)	$\frac{1}{a}$ 倍	(ii)	$\sqrt{\frac{2a}{a+1}}$ 倍	(iii)	$\left(\frac{1+a}{2}\right)^{\frac{3}{2}}$ 倍		
	1	(3)	地球の半径 $R=6.4 \times 10^6$ m であるから、月の公転軌道の距離は、地球半径の $\frac{3.84 \times 10^8}{6.4 \times 10^6} = 60$ 倍 従って、(2) (ii) の結果から v_2 は v_0 の $\sqrt{\frac{2 \times 60}{60+1}} = \sqrt{1.96} = 1.4$ 倍		また、 v_0 は重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を使って $v_0 = \sqrt{gR}$ と表されるから $v_0 = \sqrt{9.8 \times (6.4 \times 10^6)} = 7.9 \times 10^3 \text{ m/s}$ であり 従って $v_2 = 1.4 \times (7.9 \times 10^3) = 1.1 \times 10^4 \text{ m/s}$				
2	(1)	ケ	(2)	カ					
VIII		①	$\frac{qE}{m}$	②	$\frac{L}{v_0}$	③	$\frac{qEL^2}{2mv_0^2}$		
	1	④	qv_0B	⑤	$\frac{mv_0}{qB}$	⑥	$\sqrt{R^2 - L^2}$		
		⑦	$\frac{qBL^2}{2mv_0}$						
	2	(1)	$(2x_0, 2y_0)$	2	(2)				

30

30

30

30

