

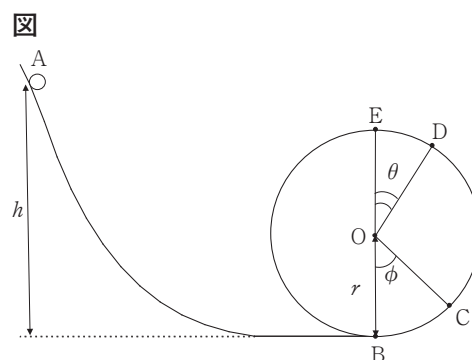
令5 高等学校理科（物理） （5枚のうち2）

（解答はすべて、解答用紙に記入すること）

V 図に示すように、大きさを無視できる質量 m の小球が、高さ h の点 A から初速度 0 でレール上をなめらかにすべり下り、鉛直面内にある半径 r の円軌道上を運動する。

重力加速度の大きさを g とする。また、レールの太さ、レールとの摩擦、空気抵抗は無視できるものとする。次の問いについて答えなさい。

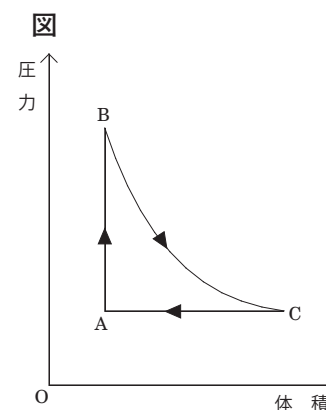
- 1 最初に点 B を通過するときの小球の速さを求めなさい。
- 2 小球がレールにそって点 C に到達した。このときの小球の速さとレールから小球にはたらく垂直抗力の大きさを、それぞれ求めなさい。
- 3 小球は点 D において円軌道から離れた。このときの小球の速さを h を用いずに求めなさい。
- 4 小球がレールから離れずに円軌道を 1 周するときの h の最小値を求めなさい。



VI なめらかに動くピストンをそなえたシリンダーに 2.0 mol の単原子分子の理想気体が入っている。

ピストンをゆっくり動かして、気体の圧力と体積を図のように $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ の順に変化させた。このように 1 まわりしてもとの状態にもどることを 1 サイクルという。状態 A における気体の圧力は $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であり、体積は $2.5 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ である。ただし、 $B \rightarrow C$ は等温変化である。 $B \rightarrow C$ の変化のとき気体が外にした仕事は $6.9 \times 10^3 \text{ J}$ であるとし、気体定数を $8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ として、次の問いに答えなさい。

- 1 状態 A における気体の温度を有効数字 2 桁で求めなさい。
- 2 状態 B の気体の圧力は $4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。状態 B における気体の温度を有効数字 2 桁で求めなさい。
- 3 状態 C における気体の体積を有効数字 2 桁で求めなさい。
- 4 $A \rightarrow B$ の間に増加した気体の内部エネルギーを有効数字 2 桁で求めなさい。
- 5 $B \rightarrow C$ の間に気体が外から得た熱量を有効数字 2 桁で求めなさい。
- 6 $C \rightarrow A$ の間に気体が外にした仕事を有効数字 2 桁で求めなさい。
- 7 この 1 サイクルの過程で気体が外にした全仕事量を有効数字 2 桁で求めなさい。
- 8 このサイクルを熱機関のサイクルと考えたとき、この熱機関の熱効率 e を有効数字 2 桁で求めなさい。



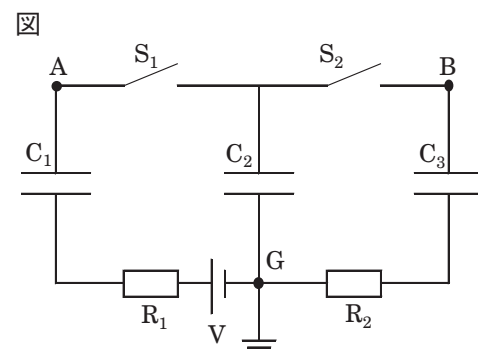
令5 高等学校理科（物理） （5枚のうち3）

（解答はすべて、解答用紙に記入すること）

VII 図のように起電力 30V で内部抵抗のない電池 V、電気容量が $1.0\mu\text{F}$ 、 $2.0\mu\text{F}$ 、 $6.0\mu\text{F}$ の3つのコンデンサー C_1 、 C_2 、 C_3 、および抵抗値のわからない抵抗 R_1 、 R_2 とスイッチ S_1 、 S_2 からなる回路がある。

はじめ、2つのスイッチは開いていて、各コンデンサーには電荷は蓄えられていないものとする。次の問いに答えなさい。

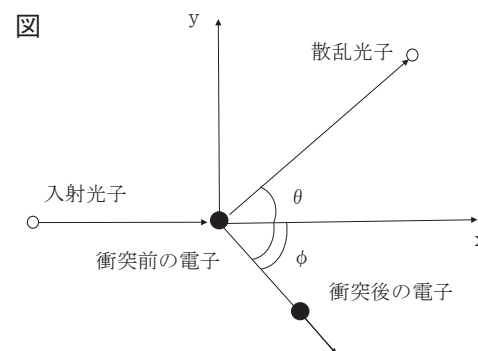
- 1 S_1 だけを閉じて、十分に時間が経過した。
 - (1) このとき、 C_1 の電気量と電圧を有効数字2桁で求めなさい。
 - (2) このとき、 C_1 と C_2 の静電エネルギーをそれぞれ有効数字2桁で求めなさい。
 - (3) S_1 を閉じてから十分に時間が経過するまでに R_1 で発生したジュール熱を有効数字2桁で求めなさい。
- 2 1の状態から、 S_1 を開き、 S_2 を閉じて、十分に時間が経過した。
 - (1) このとき、点 A と点 B の電位を有効数字2桁で求めなさい。ただし、接地点 G の電位を 0V とする。
 - (2) S_2 を閉じてから十分に時間が経過するまでに R_2 で発生したジュール熱を有効数字2桁で求めなさい。



VIII 次の文中の に適当な語句または数式を入れなさい。

X線を物質に当てると、散乱されたX線の中に入射したX線と同じ波長のX線のほか、それよりも ア 波長のX線が観測される。この現象を イ といい、X線が波動の性質だけでなく、粒子の性質をもつと考えることで説明できる。振動数 ν の光はプランク定数 h を用いて、 $E = \text{ウ}$ のエネルギー、光速を c として光の進む方向に $p = \frac{E}{c}$ の大きさの運動量をもつ粒子の集まりとみなせる。このため、波長 λ のX線の光子は、 $E = \frac{hc}{\lambda}$ のエネルギーと $p = \frac{h}{\lambda}$ の大きさの運動量をもつと考えられる。

この光子が物質中で静止している質量 m の電子と衝突し、図のように同一平面上で光子が角 θ の方向に散乱され、電子は角 ϕ の方向に散乱されるとする。衝突が弾性的なら、衝突の前後で両者のエネルギーの和と運動量の和は保存される。衝突後の電子の速さを v 、衝突後のX線の波長を λ' とすると、エネルギーの保存則から、 $\frac{hc}{\lambda} = \text{エ}$ が成り立つ。また、運動量の保存則から図のx軸の方向に対して、 $\frac{h}{\lambda} = \text{オ}$ 、y軸方向に対して、 $0 = \text{カ}$ が成り立つ。 ϕ を消去し、散乱された電子の運動エネルギーを求めると、 m 、 λ 、 λ' 、 h 、 θ を用いて、 $\frac{1}{2}mv^2 = \text{キ}$ となる。さらに v を消去し、 $\lambda' \approx \lambda$ のとき $\frac{\lambda'}{\lambda} + \frac{\lambda}{\lambda'} \approx 2$ と近似できるので、 $\lambda' - \lambda \approx \text{ク}$ が得られる。



令5 高等学校理科（物理）解答用紙（5枚のうち4）

総計		

I	1	(1) ①	② (以下)	③	④ (以上)
		(2) →	→		
	2	(1)	(2) %	(3) g	(4) %
II	1	(1)	(2) g	(3) g	
	2	(1)	(2) mol/L	(3) %	
III	1		2	cm	
	3	N	4	g/cm ³	5 倍
IV	1	(1)	(2)	(3)	
		(4)	(5)	(6)	
	2				

I		

II		

III		

IV		

令5 高等学校理科（物理）解答用紙（5枚のうち5）

V	1					
	2	速さ			垂直抗力	
	3				4	
VI	1				2	
	3				4	
	5				6	
	7				8	
VII	1	(1)	電気量			電圧
		(2)	C_1			C_2
		(3)				
	2	(1)	点A			点B
(2)						
VIII	ア				イ	
	ウ				エ	
	オ				カ	
	キ				ク	

V

--	--	--

VI

--	--	--

VII

--	--	--

VIII

--	--	--

令5 高等学校理科（物理） 模範解答

総計		
200		

I	1	(1) ① ○	(2) 1 (以下)	(3) ◎	(4) 9 (以上)
		(2) イ → ウ → ア			
2	(1) 露点	(2) 54 %	(3) 17 g	(4) 38 %	
II	1	(1) $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$	(2) 4.8 g	(3) 0.53 g	
	2	(1) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$			
	(2) 1.00 mol/L	(3) 83 %			
III	1	トリチェリ	2	76 cm	
	3	20.3 N	4	13.6 g/cm ³	5
IV	1	(1) フック	(2) リンネ	(3) ダーウィン	
		(4) パスツール	(5) フレミング	(6) グリフィス	
2	ア				

I	20

II	20

III	20

IV	20

令5 高等学校理科（物理） 模範解答

V	1	$\sqrt{2gh}$				
	2	速度	$\sqrt{2g\{h - r(1 - \cos \phi)\}}$	垂直抗力	$\frac{2mgh}{r} + mg(3 \cos \phi - 2)$	
	3	$\sqrt{gr \cos \theta}$		4	$\frac{5}{2}r$	
VI	1	$3.0 \times 10^2 \text{K}$		2	$6.0 \times 10^2 \text{K}$	
	3	$5.0 \times 10^{-2} \text{m}^3$		4	$7.5 \times 10^3 \text{J}$	
	5	$6.9 \times 10^3 \text{J}$		6	$-5.0 \times 10^3 \text{J}$	
	7	$1.9 \times 10^3 \text{J}$		8	0.13	
VII	1	(1)	電気量	$2.0 \times 10^{-5} \text{C}$	電圧	20V
		(2)	C_1	$2.0 \times 10^{-4} \text{J}$	C_2	$1.0 \times 10^{-4} \text{J}$
		(3)	$3.0 \times 10^{-4} \text{J}$			
	2	(1)	点A	10V	点B	2.5V
	(2)	$7.5 \times 10^{-5} \text{J}$				
VIII	ア	長い		イ	コンプトン効果	
	ウ	$h\nu$		エ	$\frac{hc}{\lambda'} + \frac{1}{2}mv^2$	
	オ	$\frac{h}{\lambda} \cos \theta + mv \cos \phi$		カ	$\frac{h}{\lambda'} \sin \theta - mv \sin \phi$	
	キ	$\frac{h^2}{2m} \left(\frac{1}{\lambda^2} + \frac{1}{\lambda'^2} - \frac{2}{\lambda \lambda'} \cos \theta \right)$		ク	$\frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)$	

V 30		

VI 30		

VII 30		

VIII 30		