

校種	高・特高	受験番号	
----	------	------	--

③ 高等学校 物 理 解答例

1 18 点	(1)	① 2点	$\frac{1}{4}mgL - \frac{\sqrt{3}}{2}RL = 0$	② 2点	$\mu \geq \frac{1}{2\sqrt{3}}$ ( $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{6}$ も可)	
	(2)	① 2点	$\frac{3}{4}T$	② 2点	6つ	
	(3)	① 2点	$4.8 \times 10$ [kWh] (48 [kWh] も可)	② 各2点	電気抵抗 $\frac{2}{3}$ 倍	消費される電力 $\frac{3}{2}$ 倍
	(4)	各2点	原子番号 56	減少する時間 90年		

2 15 点	(1) 各2点	①	(例) 鉛直方向の力のつりあいの式は、張力をTとすると、 $T \cos \theta = mg$ 水平方向にはたらいっている力が向心力であり、 $F = T \sin \theta$ $= \frac{mg}{\cos \theta} \cdot \sin \theta = mg \tan \theta$
		②	(例) おもりAの速さ $v_0$ は、等速円運動の運動方程式より $m \frac{v_0^2}{L \sin \theta} = mg \tan \theta \quad \therefore v_0 = \sin \theta \sqrt{\frac{gL}{\cos \theta}}$
		③	(例) 糸がおもりを引く力Tは①より $T = \frac{mg}{\cos \theta}$
(2) 各3点	①	(例) はじめ、おもりAとおもりBの高低差は、 $L \cos \theta$ なので、力学的エネルギー保存則より $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgL \cos \theta = \frac{1}{2}mv_B^2$ (1) ②を代入すると、 $v_B = \sqrt{\frac{gL(\sin^2 \theta + 2 \cos^2 \theta)}{\cos \theta}} = \sqrt{\frac{gL(1 + \cos^2 \theta)}{\cos \theta}}$	
	②	(例) おもりAとおもりBが衝突する前後において、運動量保存則は、  (x方向) $m \cdot (-v_0) + m \cdot 0 = 2mv_{cx}$ (y方向) $m \cdot 0 + mv_B \cos \theta = 2mv_{cy}$ (z方向) $m \cdot 0 + mv_B \sin \theta = 2mv_{cz}$ それぞれの式を解くと、 $v_{cx} = -\frac{1}{2}v_0$ , $v_{cy} = \frac{1}{2}v_B \cos \theta$ , $v_{cz} = \frac{1}{2}v_B \sin \theta$	
	③	(例) $v_c = \sqrt{v_{cx}^2 + v_{cy}^2 + v_{cz}^2}$ (2) ②を代入すると、 $v_c = \frac{1}{2}\sqrt{v_0^2 + v_B^2}$  (1) ②, (2) ①を代入すると、 $v_c = \sqrt{\frac{gL}{2 \cos \theta}}$	

校種	高・特高	受験番号	
----	------	------	--

③ 高等学校 物 理 解答例

3 16 点	(1) 各2点	① $2mv\cos\theta$	② $\frac{v}{2r\cos\theta}$
		③ $\frac{nmv^2}{r}$	④ $\frac{nmv^2}{4\pi r^3}$
(2) 各2点	①	(例) A→Bは定圧変化なので、線分ABとV軸で囲まれた部分の面積が気体が外部にした仕事となる。 $W=P_0\Delta V=P_0(3V_0-V_0)=2P_0V_0$	
	②	(例) B→Cは等温変化なので、ボイルの法則より、 $P_03V_0=P_CV_0 \therefore P_C=3P_0$	
	③	(例) A→Bでは①より、 $W_{AB}=2P_0V_0$ B→Cでは、熱力学第一法則より、 $-Q=0+W_{BC} \therefore W_{BC}=-Q$ C→Aでは定積変化なので、 $W_{CA}=0$	よって、外部にした仕事は、 $W_{AB}+W_{BC}=2P_0V_0-Q$
	④		

4 12 点	(1) 3点	(例) はじめて弦が共振したとき、基本振動が生じている。このときの定常波は腹が1つなので、波長を $\lambda$ とすると、 $L=\frac{1}{2}\lambda \therefore \lambda=2L$ 波の速さ $v=f\lambda$ より、 $f=\frac{v}{\lambda}=\frac{v}{2L}$	
	(2) 3点	オ	
	(3) 3点	(例) 振動数とおもりの質量が一定のまま、弦の長さを変えても波長は変わらない。つまり、弦の長さが半波長長くなると再び共振するので、 $\frac{5}{4}L-L=\frac{1}{2}\lambda' \therefore \lambda'=\frac{1}{2}L$ また、線密度を $\rho$ とすると、 $v=\sqrt{\frac{Mg}{\rho}}=f' \times \frac{1}{2}L$ (基本振動のとき、 $v=\sqrt{\frac{Mg}{\rho}}=f \times 2L$ ) $\therefore f'=4f$	
	(4) 3点	(例) OPを伝わる波の速さを $v_1$ 、PQを伝わる波の速さを $v_2$ とすると、 $v_1=\sqrt{\frac{Mg}{\rho}}$ 、 $v_2=\sqrt{\frac{Mg}{4\rho}}$ また、OPの波長を $\lambda_1$ 、PQの波長を $\lambda_2$ とすると、 $L_1=\frac{\lambda_1}{2}=\frac{v_1}{2f_1}$ 、 $L_2=\frac{\lambda_2}{2}=\frac{v_2}{2f_1} \therefore L_1+L_2=\frac{v_1+v_2}{2f_1}=\frac{3}{4f_1}\sqrt{\frac{Mg}{\rho}}$ 数値を代入して計算すると、 $f_1=2.5 \times 10^2$ [Hz]	

校種	高・特高	受験番号	
----	------	------	--

## ③ 高等学校 物 理 解答例

5 19 点	(1) 各3点	① (例) コンデンサー $C_1, C_2$ の両端電圧を $V_1, V_2$ とする。 $C_1, C_2$ は直列接続なので、 $C_1, C_2$ にたくわえられる電気量は等しく、これを $Q$ とすると、 $Q = C_1 V_1, Q = C_2 V_2$ $E = V_1 + V_2$ $\therefore Q = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} E$
		② (例) ①より、 $V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} E$ 求めるエネルギーを $U$ とおくと、 $U = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 = \frac{C_1^2 C_2}{2 (C_1 + C_2)^2} E^2$
(2) 各3点	(2) 各3点	① (例) スイッチ $S_2$ を閉じた直後は $R$ に電圧 $V_2$ がかかるので、このとき、 $R$ を流れる電流を $I_R$ とすると、キルヒホッフの第二法則より、 $V_2 = I_R R$ $\therefore I_R = \frac{V_2}{R} = \frac{C_1 E}{(C_1 + C_2) R} \quad (= \frac{Q_2}{C_2 R} \text{も可})$
		② (例) 題意より、 $Q = Q_2$ である。スイッチ $S_2$ を閉じて十分に時間が経過した後のコンデンサー $C_2, C_3$ にたくわえられている電気量をそれぞれ $Q_2', Q_3$ とおく。 $C_2, C_3$ の両端電圧は等しいので、 $\frac{Q_2'}{C_2} = \frac{Q_3}{C_3}$ 電気量保存則より、 $Q_2 = Q_2' + Q_3$ $\therefore Q_2' = \frac{C_2 Q_2}{C_2 + C_3}, \quad Q_3 = \frac{C_3 Q_2}{C_2 + C_3}$
		③ (例) (2)の操作の後のコンデンサー $C_2$ と $C_3$ にたくわえられているエネルギーの和を $U'$ とおくと、 $U' = \frac{1}{2} \left( \frac{Q_2'^2}{C_2} + \frac{Q_3^2}{C_3} \right) = \frac{Q_2^2}{2 (C_2 + C_3)}$ (2)の操作の前のコンデンサー $C_2$ にたくわえられているエネルギー $U$ は、 $U = \frac{1}{2} \frac{Q_2^2}{C_2} \quad \text{よって、} U' - U = \frac{Q_2^2}{2} \left( \frac{1}{C_2 + C_3} - \frac{1}{C_2} \right) < 0$
(3) 各2点	(3) 各2点	① (例) コイルを流れる電流の最大値を $I_L$ とおくと、 $\frac{1}{2} \frac{Q_3^2}{C_3} = \frac{1}{2} L I_L^2 \quad \therefore I_L = \frac{Q_3}{\sqrt{L C_3}}$
		② (例) スイッチ $S_3$ を閉じてからコイル $L$ を流れる電流が最大になるまでの時間は、電気振動なので $\frac{T}{4}$

校種	高・特高	受験番号	
----	------	------	--

③ 高等学校 物 理 解答例

6 10 点	(1) 5点	<p>(例1) 記録テープと記録タイマーを用いた重力加速度の測定</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・鉄製スタンドに記録タイマーを取り付け、記録テープをつけたおもりを落下させる。記録テープの打点から瞬間の速さを測定し、<math>v-t</math>グラフの傾きから重力加速度の大きさを求める。</li></ul> <p>(例2) アトウッドの器械を用いた重力加速度の測定</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・鉄製スタンドに定滑車を取り付け、糸をかけ、両端に質量の異なるおもりをつける。手をはなしてからある高さまで落下するまでの時間を測定し、等加速度直線運動の式から加速度を求め、おもりの運動方程式に代入して重力加速度の大きさを求める。</li></ul> <p>(例3) 単振り子の周期による重力加速度の測定</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・振り子の長さを測り、鉄製スタンドに振り子を取り付ける。振り子が10往復する時間を計り、一周期にかかった時間と平均を求め、単振り子の周期の式から重力加速度の大きさを測定する。</li></ul>
	(2) 5点	<p>(例1) 記録テープがタイマーを通るときの摩擦抵抗が誤差を大きくするので、おもりを重くすることやテープをまっすぐに引いておき、無駄な通過間の摩擦を減らすことで精度が高くなる。</p> <p>(例2) 滑車の摩擦や慣性モーメントによる誤差が生じるので、滑車の摩擦を減らすとともに、両端のおもりの質量差を小さくすることや落下距離を長くすることで、測定誤差が小さくなり、精度が高くなる。</p> <p>(例3) 誤差の原因は単振り子の長さの測定や時間を計測するときの反応の不正確さであり、正確な測定をすることや、ブレが生じないように振幅を調節することで精度が高くなる。</p>

7 10 点 各2点	①	見方	②	科学的に探究
	③	能力	④	概念
	⑤	主体		