校種	高 ・ 特高	受験番号	

⑧ 高等学校　物　理　解答例

※ 何も記入しないこと

1

（１）	①	$mg-\frac{1}{2}F$	②	$\frac{\sqrt{3}F}{2mg-F}$
（２）	①	$\frac{\lambda}{2}$	②	$\frac{\lambda}{2n\tan\theta}$
（３）	①	$V_C > V_A = V_B \ (>0)$	② 完答	箔Ｂの開き：開く　箔Ｂの電荷：負
（４）	① $\frac{h}{p}$	② $2d\sin\theta$	③	n

2 2 / 2 2 / 2 2 / 2 2 2

18

2

（１）		**（例）** 角速度をω，糸の張力をＳとすると， 円運動の運動方程式：$mL\sin\theta\,\omega^2=S\sin\theta$ ・・・（ｉ） 鉛直方向の力のつりあいの式：$mg=S\cos\theta$ ・・・（ⅱ） （ｉ），（ⅱ）より，$\omega=\sqrt{\frac{g}{L\cos\theta}}$
（２）	①	（ⅱ）より，Ｓが２ｍｇになった瞬間に糸が切れるので， $\frac{mg}{\cos\theta}=2mg$　　$\therefore\ \cos\theta=\frac{1}{2}$ よって，$\theta=\frac{\pi}{3}$
	②	円運動の運動方程式を，円運動の速さｖを用いて表すと，$\frac{mv^2}{L\sin\theta}=S\sin\theta$ $S=2mg$，$\theta=\frac{\pi}{3}$ を代入すると，$v=\sqrt{\frac{3gL}{2}}$ （別解）$v=r\omega=L\sin\frac{\pi}{3}\sqrt{\frac{g}{L\cos\frac{\pi}{3}}}=\sqrt{\frac{3gL}{2}}$
（３）	①	糸の張力Ｓをばねの弾性力$k\Delta L$を用いて表すと， 円運動の運動方程式：$m(L+\Delta L)\sin\theta\cdot\omega^2=k\Delta L\sin\theta$ ・・・（ⅲ） 鉛直方向の力のつりあいの式：$mg=k\Delta L\cos\theta$ ・・・（ⅳ） （ⅲ）より，$\Delta L=\frac{mL\omega^2}{k-m\omega^2}$ ・・・（ｖ）
	②	（ⅳ），（ｖ）より， $\cos\theta=\frac{mg}{k\Delta L}=\frac{(k-m\omega^2)g}{kL\omega^2}$

3 / 3 / 3 / 3 / 3

15

校種	高 ・ 特高	受験番号	

⑧ 高等学校　物　理　解答例

※ 何も記入しないこと

3

（１）

① （例）状態Ａ→Ｂは定圧変化なので，状態Ａ，Ｂでの絶対温度をT_A，T_B とすると，
シャルルの法則より，$\dfrac{V_0}{T_A}=\dfrac{V_1}{T_B}$　∴ $\dfrac{T_B}{T_A}=\dfrac{V_1}{V_0}$〔倍〕 2

② （例）状態Ａ→Ｂでの体積の変化量はV_1-V_0なので，気体のした仕事をW_{AB}とすると，
$W_{AB}=P_0(V_1-V_0)$ 2

（２）

① （例）ピストンにはたらく力のつりあいより，
$P_1S=P_0S+mg$　∴ $P_1=P_0+\dfrac{mg}{S}$ 2

② （例）気体の物質量をｎ，気体定数をＲ，状態Ｃでの絶対温度をT_Cとする。
この気体は単原子分子の理想気体なので，状態Ｂ→Ｃでの内部エネルギーの
変化量$\varDelta U_{BC}$は，$\varDelta U_{BC}=\dfrac{3}{2}nR(T_C-T_B)$
また，状態Ｂ，Ｃでの理想気体の状態方程式は，
$P_0V_1=nRT_B$，$P_1V_1=nRT_C$
よって，$\varDelta U_{BC}=\dfrac{3}{2}(P_1-P_0)V_1$
一方で，状態Ｂ→Ｃは定積変化なので，気体は仕事をしない。熱力学第一法則より，
$Q_{BC}=\varDelta U_{BC}=\dfrac{3}{2}(P_1-P_0)V_1$ 2

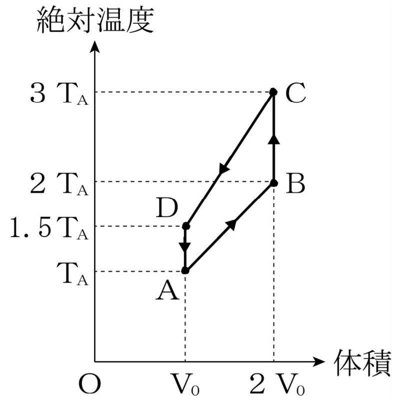
（３）

（例）状態Ｄの絶対温度をT_Dとすると，状態Ｃ→Ｄでの内部エネルギーの変化量$\varDelta U_{CD}$は，
$\varDelta U_{CD}=\dfrac{3}{2}nR(T_D-T_C)$
また，状態Ｃ→Ｄでは，定圧変化なので，状態Ｄでの気体の圧力はP_1となり，
状態Ｄでの理想気体の状態方程式は，$P_1V_0=nRT_D$　∴ $\varDelta U_{CD}=\dfrac{3}{2}P_1(V_0-V_1)$ 2

（４）

① （例）状態Ａ→Ｂ，Ｃ→Ｄは定圧変化，Ｂ→Ｃ，Ｄ→Ａは定積変化であり，定積変化では
仕事は０なので，定圧変化のみ考える。気体がされた仕事は，Ａ→Ｂでは，$-W_{AB}$，
Ｃ→Ｄで気体がされた仕事は，$W_{CD}=-P_1(V_0-V_1)=\left(P_0+\dfrac{mg}{S}\right)(V_1-V_0)$
このサイクルで気体がされた仕事の総和をＷとすると，
$W=-W_{AB}+W_{CD}=\dfrac{mg}{S}(V_1-V_0)$ 3

② （例）



3

校種	高 ・ 特高	受験番号	

⑧ 高等学校　物　理　解答例

※ 何も記入しないこと

4

（１）	１．１〔ｃｍ〕	（２）	４０．７〔ｃｍ〕	（３）	３４１〔ｍ／ｓ〕
（４）	１３６〔Ｈｚ〕，６８０〔Ｈｚ〕	（５）	２７２〔Ｈｚ〕，５４４〔Ｈｚ〕		

配点：２　２　３　４　４

15

5

（１）（例）抵抗１には電圧V_0〔Ｖ〕がかかるので，抵抗の消費電力は，$P_1=\frac{V_0{}^2}{R_1}$〔Ｗ〕　　2

（２）（例）スイッチが開かれると，電気振動回路がつくられ，開いた直後，コイルには大きさ$\frac{V_0}{R_1}$〔Ａ〕の電流が流れ，コンデンサーにはCV_0〔Ｃ〕の電荷が蓄えられている。
抵抗で消費されるエネルギーは，スイッチが開かれた直後のコイルとコンデンサーに蓄えられていたエネルギーの総和に等しいので，$\frac{1}{2}L\left(\frac{V_0}{R_1}\right)^2+\frac{1}{2}CV_0{}^2$〔Ｊ〕　　2

（３）

①（例）抵抗１の消費する平均電力$\overline{P}$は，電流の実効値をI_eとすると，

$\overline{P}=I_e{}^2R_1=\left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2R_1=\frac{1}{2}I_0{}^2R_1$〔Ｗ〕　　3

②（例）P_4からP_2をみた電位をV_{R1}，P_4からP_3をみた電位をV_Cとする。$E=0$より，
任意の時刻で，$V_C=V_{R1}$　・・・（ｉ）
抵抗１について，オームの法則より，$V_{R1}=R_1I=R_1I_0\sin\omega t$　・・・（ⅱ）
$P_3\to P_4$の向きの電流をI_Cとすると，コンデンサーのＶ－Ｉ特性より，$I_C=C\frac{d}{dt}V_C$　・・・（ⅲ）
（ｉ），（ⅱ），（ⅲ）より，$I_C=C\frac{d}{dt}(R_1I_0\sin\omega t)=\omega CR_1I_0\cos\omega t$〔Ａ〕　　3

③（例）P_3からP_1をみた電位をV_{R2}，P_4からP_1をみた電位をV_{41}とすると，
$V_{41}=V_C+V_{R2}=V_{R1}+R_2I_C=R_1I_0\sin\omega t+\omega CR_1R_2I_0\cos\omega t$
$=R_1I_0(\sin\omega t+\omega CR_2\cos\omega t)$〔Ｖ〕　　3

④（例）P_2からP_1をみた電位をV_Lとすると，コイルのＶ－Ｉ特性より，$V_L=L\frac{d}{dt}I$
一方，$V_L=V_{R2}$より，$L\frac{d}{dt}I=R_2I_C$
I，I_Cを代入すると，$\omega LI_0\cos\omega t=\omega CR_1R_2I_0\cos\omega t$
任意の時刻ｔでこの等式が成立することから，係数を比較すると，$L=CR_1R_2$〔Ｈ〕　　3

16

校種	高 ・ 特高	受験番号	

⑧ 高等学校　物　理　解答例

※ 何も記入しないこと

6

（１）	（例）ドップラー効果を用いて，物体の速さを測定する方法が考えられる。物体が受け取る波の振動数 f_1 は，$f_1=\dfrac{V+v_0}{V}f_0$ 次に，物体は振動数 f_1 の波を出しながら動く波源と考えられるので，はねかえってきた波の振動数 f' は，$f'=\dfrac{V}{V-v_0}f_1=\dfrac{V+v_0}{V-v_0}f_0$ 変形すると，$v_0=\dfrac{f'-f_0}{f'+f_0}V$ よって，はねかえってきた波の振動数 f' を測定すれば，物体の速さを測定できる。	5
（２）	（例） 現象名：コンプトン効果 理　由：Ｘ線が電子によって散乱された後，波長が短くなる現象は波動性だけでは説明できず，Ｘ線を運動量をもった粒子であると考えたときに，非常によい一致を示すから。	5

10

7

①	電荷	②	スペクトル	③	核反応
④	科学技術	⑤	関係性		

2　2　2

2　2

10