様式３

注意　受験番号、氏名を記入しなさい。

受験番号

氏　　名

物　理　　解 答 用 紙（全４枚）　その１

集 計 点

(1)	$\vec{v}=(v_0\cos\theta\ ,v_0\sin\theta-gt)$	$(x,y)=\left(v_0\cos\theta\times t,\ \ v_0\sin\theta\times t-\frac{1}{2}gt^2\right)$

(2)

ボールが地面に落下するまでにかかる時間は，運動が対称であるので最高点までにかかる時間の２倍になる。投げ上げの公式より，鉛直方向の速度がゼロになる地点までの時間を求めると，

$0=v_0\sin\theta-gt$　……………… (1)　よって，$t=\frac{v_0\sin\theta}{g}$ ……………… (1)′

t の２倍が地面に達するまでにボールの進む距離なので，$t'=2t=\frac{2v_0\sin\theta}{g}$

水平方向には等速直線運動をするので，水平距離 D=D_1 は,

$$D_1=v_0\cos\theta\times t'=v_0\cos\theta\times\frac{2\,v_0\sin\theta}{g}=\frac{2v_0^2\sin\theta\cos\theta}{g}=\frac{v_0^2\sin 2\theta}{g}$$

（$2\sin\theta\cos\theta=\sin 2\theta$ より）

$$D_1=\frac{v_0^2\sin 2\theta}{g}$$

$$D_2=\frac{49.0\times 49.0\times\sin(30^\circ)}{9.8}=245.0\times\frac{1}{2}=122.5[\mathrm{m}]$$

有効数字２桁をとり，D_2＝1.2×10^2 [m]

①	$D_1=\frac{v_0^2\sin 2\theta}{g}$	②	D_2＝1.2×10^2 [m]

(3)

点 O から速さ v_0 で投げたボールが水平方向に等速で進むので，衝突が起きた時刻は,

$\frac{L}{v_0\cos\theta}$　秒後である。よって，y 座標は,

$$y=v_0\sin\theta\frac{L}{v_0\cos\theta}-\frac{g}{2}\left(\frac{L}{v_0\cos\theta}\right)^2$$

$$y=L\left(\tan\theta-\frac{gL}{2v_0^2\cos\theta\cos\theta}\right)\ \text{………………………(1)}$$

また，点 B から同時に落下したボールの，$\frac{L}{v_0\cos\theta}$　秒後の高さは,

$$H_1-\frac{1}{2}g\left(\frac{L}{v_0\cos\theta}\right)^2\ \text{…………………………………(2)}$$

点 P で衝突する時に式（1）と式(2)が一致するので,

$$L\left(\tan\theta-\frac{gL}{2v_0^2\cos\theta\cos\theta}\right)=H_1-\frac{1}{2}g\left(\frac{L}{v_0\cos\theta}\right)^2$$

$$L\times\tan\theta=H_1$$

$H_1=L\times\tan\theta$

様式 3

注意　受験番号，氏名を記入しなさい。

受験番号	
氏　　名	

物　理　解 答 用 紙（全４枚）その２

集 計 点

2

(1)	（導出）A→B，C→D の過程は，定積変化なので，気体は外部に対して仕事をしない。よって，$W_{\mathrm{AB}}=W_{\mathrm{CD}}=0$， B→C の過程は定圧変化なので，$W_{\mathrm{BC}}=p_2(V_2-V_1)=2p_1\times 4V_1=8p_1V_1=8nRT_{\mathrm{A}}$，D→A の過程も定圧変化なので， $W_{\mathrm{DA}}=p_1(V_1-V_2)=p_1\times(-4V_1)=-4p_1V_1=-4nRT_{\mathrm{A}}$，よって，$W_{\mathrm{all}}$ は，$\therefore W_{\mathrm{all}}=8nRT_{\mathrm{A}}-4nRT_{A}=4nRT_{\mathrm{A}}$				
	W_{AB}=0	$W_{\mathrm{BC}}=8nRT_{\mathrm{A}}$	W_{CD}=0	$W_{\mathrm{DA}}=-4nRT_{\mathrm{A}}$	$W_{\mathrm{all}}=4nRT_{\mathrm{A}}$
(2)	（導出）熱力学第一法則より，A→B，B→C，C→D，D→A の過程で，気体が外部より得た熱，Q_{AB}，Q_{BC}，Q_{CD}，Q_{DA} は，以下のように計算できる。 $Q_{\mathrm{AB}}=\Delta U_{\mathrm{AB}}=nC_{\mathrm{V}}(T_{\mathrm{B}}-T_{\mathrm{A}})=\frac{3}{2}nR(T_{\mathrm{B}}-T_{\mathrm{A}})=\frac{3}{2}nR(2T_{\mathrm{A}}-T_{\mathrm{A}})=\frac{3}{2}nRT_{\mathrm{A}}$， ここで，$\Delta U_{\mathrm{AB}}$ は過程 A→B での内部エネルギーの変化を示す（以下，同様）。 $Q_{\mathrm{BC}}=nC_{\mathrm{P}}(T_{\mathrm{C}}-T_{\mathrm{B}})=\frac{5}{2}nR(T_{\mathrm{C}}-T_{\mathrm{B}})=\frac{5}{2}nR(10T_{\mathrm{A}}-2T_{\mathrm{A}})=20nRT_{\mathrm{A}}$， $Q_{\mathrm{CD}}=\Delta U_{\mathrm{CD}}=nC_{\mathrm{V}}(T_{\mathrm{D}}-T_{\mathrm{C}})=\frac{3}{2}nR(T_{\mathrm{D}}-T_{\mathrm{C}})=\frac{3}{2}nR(5T_{\mathrm{A}}-10T_{\mathrm{A}})=-\frac{15}{2}nRT_{\mathrm{A}}$， $Q_{\mathrm{DA}}=nC_{\mathrm{P}}(T_{\mathrm{A}}-T_{\mathrm{D}})=\frac{5}{2}nR(T_{\mathrm{A}}-T_{\mathrm{D}})=\frac{5}{2}nR(T_{\mathrm{A}}-5T_{\mathrm{A}})=-10nRT_{\mathrm{A}}$， 以上より，$Q_{\mathrm{AB}}$ と Q_{BC} が吸熱なので，Q_{in} は，以下の様に計算できる。 $Q_{\mathrm{in}}=Q_{\mathrm{AB}}+Q_{\mathrm{BC}}=\frac{3}{2}nRT_{\mathrm{A}}+20nRT_{\mathrm{A}}=\frac{43}{2}nRT_{\mathrm{A}}$				
	$Q_{\mathrm{AB}}=\frac{3}{2}nRT_{\mathrm{A}}$	$Q_{\mathrm{BC}}=20nRT_{\mathrm{A}}$	$Q_{\mathrm{CD}}=-\frac{15}{2}nRT_{\mathrm{A}}$	$Q_{\mathrm{DA}}=-10nRT_{\mathrm{A}}$	$Q_{\mathrm{in}}=\frac{43}{2}nRT_{\mathrm{A}}$
(3)	$e=\frac{8}{43}(\approx 0.186)$				

様式３
注意　受験番号、氏名を記入しなさい。

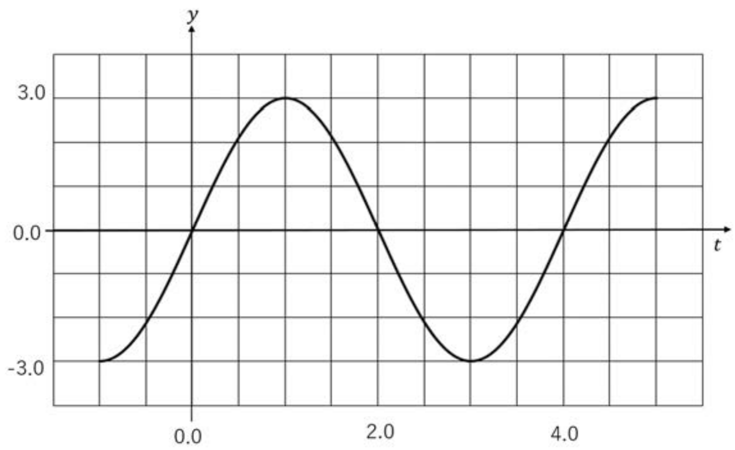
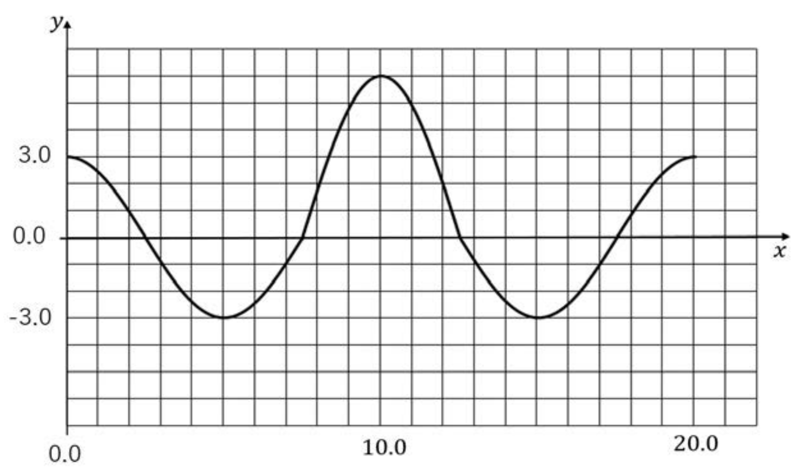
受験番号 | | | | | |

氏　　名

物理　　　解 答 用 紙（全4枚）その３

集 計 点

３

<table>
<tr><td rowspan="2">（１）</td><td>振幅
3.0 m</td><td>波長
10 m</td></tr>
<tr><td>周期
4.0 s</td><td>波の速さ
2.5 m/s</td></tr>
<tr><td rowspan="2">（２）</td><td colspan="2">式
$y(t) = 3.0\ \sin\left(\frac{t\pi}{2.0}\right)$</td></tr>
<tr><td colspan="2">y-t グラフ
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">（３）</td><td colspan="2">合成波
</td></tr>
<tr><td>時間
$t = T/4$</td><td>最大振幅
$y = 2L$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">（４）</td><td colspan="2">名称
定常波　又は定在波</td></tr>
<tr><td colspan="2">特徴
左右のどちらにも進まず，振動しない節，大きく振動する腹が見られる。 また隣接する節と腹の間隔は λ/4 になる。</td></tr>
</table>

様式３

注意　受験番号、氏名を記入しなさい。

受験番号	
氏　　名	

物理　　解答用紙（全４枚）その4

集計点

4

(1)	① 50 Hz	② 0.14 A	③ 9.9×10^{-1} W

(2)

(導出)

回路に流れる電流をIとして　$V_a = \frac{1}{\omega C} I$

一方, 抵抗において

$$I = \frac{V_r}{R}$$

従って

$$C = \frac{V_r}{\omega V_a R} = \frac{2}{2\pi \times 50 \times 10 \times 100} = 6.4\times10^{-6}\ \mathrm{F}$$

$C = 6.4\times10^{-6}$ F

(3)

(導出)

共振周波数において

$$\frac{1}{\omega C} - \omega L = 0$$

がなりたつ。よって

$$L = \frac{1}{5.0\times10^{-6}\times(2\pi\times2000)^2}$$

$= 1.3\times10^{-3}$ H

一方，回路のインピーダンスは

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = 100\ \Omega$$

位相のずれδは　$\tan\delta = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} = 0$

より

δ=0 rad

$L = 1.3\times10^{-3}$ H	Z= 1.0×10^2 Ω	δ= 0 rad

(4)

電流は減少する。　角周波数ωにおいて　$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

であるので，Zは共振周波数で最小値をとり，電流の最大値は
共振周波数で最大となるためである。