兵庫医大対策物理1（物理化学合わせて120分）

1

解答　〔A〕(1)　$v_1\cos\theta\cdot t_1$　　(2)　$v_1\sin\theta\cdot t_1-\frac{1}{2}gt_1{}^2$　　(3)　$L:\frac{4}{3}H$，$t_1:\sqrt{\frac{2H}{3g}}$

〔B〕(4)　$H-\frac{1}{2}gt_2{}^2$　　(5)　$h:v_2\sin\alpha\cdot t_2-\frac{1}{2}gt_2{}^2$，$R:v_2\cos\alpha\cdot t_2$

(6)　$\frac{H}{R}$　　(7)　$\frac{v_2\sin\alpha}{g}$　　(8)　$\frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{gH}$

(9)　鉛直成分（y 成分）：$\frac{1}{2}\sqrt{gH}$，水平成分（x 成分）：$\frac{1}{2\tan\alpha}\sqrt{gH}$

(10)　$\frac{\sqrt{5}-1}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}$　　(11)　$\frac{\sqrt{5}+3}{4}R$

解説

〔A〕(1)　x 方向は速さ $v_1\cos\theta$ の等速直線運動なので「$x=vt$」より

$$L=v_1\cos\theta\cdot t_1 \quad \cdots\cdots ①$$

(2)　y 方向は初速度 $v_1\sin\theta$，加速度 $-g$ の等加速度直線運動なので「$x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$」より

$$H=v_1\sin\theta\cdot t_1-\frac{1}{2}gt_1{}^2 \quad \cdots\cdots ②$$

(3)　①，② 式に $\theta=45°$ と $v_1=4\sqrt{\frac{gH}{3}}$ を代入すると

$$\begin{cases} L=4\sqrt{\frac{gH}{3}}\times\frac{\sqrt{2}}{2}t_1 & \cdots\cdots ③ \\ H=4\sqrt{\frac{gH}{3}}\times\frac{\sqrt{2}}{2}t_1-\frac{1}{2}gt_1{}^2 & \cdots\cdots ④ \end{cases}$$

③ 式より　$t_1=\sqrt{\frac{3}{8gH}}L$

これを ④ 式に代入すると

$$H=\sqrt{\frac{8gH}{3}}\cdot\sqrt{\frac{3}{8gH}}L-\frac{1}{2}g\left(\sqrt{\frac{3}{8gH}}L\right)^2$$

$$=L-\frac{3}{16}\times\frac{L^2}{H}$$

$$3L^2-16HL+16H^2=0$$

$$(3L-4H)(L-4H)=0$$

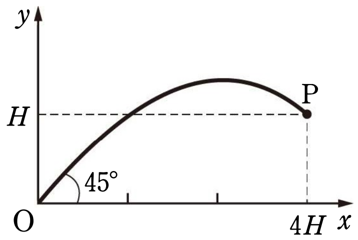
ゆえに　$L=\frac{4}{3}H$，$4H$

ただし，$L=4H$ は図aのようになるときなので不適。よって

$$L=\frac{4}{3}H$$

このとき

$$t_1=\sqrt{\frac{3}{8gH}}\times\frac{4}{3}H=\sqrt{\frac{2H}{3g}}$$



図a

〔B〕(4)　球体は距離 $H-h$ を自由落下するので

「$y=\frac{1}{2}gt^2$」より

$$H-h=\frac{1}{2}gt_2{}^2$$

$$h=H-\frac{1}{2}gt_2{}^2 \quad \cdots\cdots ⑤$$

(5)　弾丸の運動は斜方投射なので，〔A〕(1)，(2) と同様に考えて

$$\begin{cases} h=v_2\sin\alpha\cdot t_2-\frac{1}{2}gt_2{}^2 & \cdots\cdots ⑥ \\ R=v_2\cos\alpha\cdot t_2 & \cdots\cdots ⑦ \end{cases}$$

(6)　⑤，⑥ 式より

$$H-\frac{1}{2}gt_2{}^2=v_2\sin\alpha\cdot t_2-\frac{1}{2}gt_2{}^2$$

よって　$H=v_2\sin\alpha\cdot t_2$　$\cdots\cdots$ ⑧

これと ⑦ 式より　$\frac{H}{R}=\frac{v_2\sin\alpha\cdot t_2}{v_2\cos\alpha\cdot t_2}$

ゆえに　$\tan\alpha=\frac{H}{R}$

(7)　弾丸が最高点に達するとき速度の y 成分は0となるので，等加速度直線運動の式「$v=v_0+at$」より

$$0=v_2\sin\alpha-gt_2$$

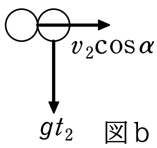
よって　$t_2=\frac{v_2\sin\alpha}{g}$　$\cdots\cdots$ ⑨

(8)　(7) の結果と ⑧ 式より

$$H=v_2\sin\alpha\cdot\frac{v_2\sin\alpha}{g}$$

よって　$v_2=\frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{gH}$　$\cdots\cdots$ ⑩

(9)　衝突時にもっていた運動量の x 成分 p_x，y 成分 p_y は図bより



図b

$$\begin{cases} p_x=Mv_2\cos\alpha \\ p_y=-Mgt_2 \end{cases}$$

であるので，合体後の速度 $(v_x,\ v_y)$ は運動量保存則より，それぞれ

$$p_x=2Mv_x$$

$$p_y=2Mv_y$$

よって

$$v_x=\frac{p_x}{2M}=\frac{1}{2}v_2\cos\alpha=\frac{1}{2\tan\alpha}\sqrt{gH}$$

$$v_y=\frac{p_y}{2M}=-\frac{1}{2}gt_2=-\frac{1}{2}\sqrt{gH}$$

ゆえに求める速さは

$$|v_x|=\boldsymbol{\frac{1}{2\tan\alpha}\sqrt{gH}}$$

$$|v_y|=\boldsymbol{\frac{1}{2}\sqrt{gH}}$$

(10)　衝突時の高さ h は，⑤，⑨，⑩ 式より

$$h=H-\frac{1}{2}g\left(\frac{v_2\sin\alpha}{g}\right)^2=H-\frac{(v_2\sin\alpha)^2}{2g}=\frac{1}{2}H$$

この高さから (9) で求めた速さ $|v_y|$ で鉛直に投げ下ろすことになるので

$$\frac{H}{2}=|v_y|t+\frac{1}{2}gt^2$$

を満たす時間 t で地面に着くことになる。

$$\frac{H}{2}=\frac{1}{2}\sqrt{gH}\,t+\frac{1}{2}gt^2$$

$$gt^2+\sqrt{gH}\,t-H=0$$

$$t=\frac{-\sqrt{gH}\pm\sqrt{5gH}}{2g}$$

$t>0$ であるので　$t=\boldsymbol{\frac{\sqrt{5}-1}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}}$

(11)　(9)，(10)，(6) の結果を利用すると，(10) で求めた t の間に x 方向には

$$v_xt=\frac{1}{2\tan\alpha}\sqrt{gH}\times\frac{\sqrt{5}-1}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}$$

$$=\frac{\sqrt{5}-1}{4\tan\alpha}H=\frac{\sqrt{5}-1}{4}R$$

進むことになるので，落下地点の位置 x は

$$x=R+\frac{\sqrt{5}-1}{4}R=\boldsymbol{\frac{\sqrt{5}+3}{4}R}$$

2

解答　〔A〕 (1)　p_0 : $\dfrac{mg}{S}$〔Pa〕，T_0 : $\dfrac{mgL}{nR}$〔K〕

〔B〕 (2)　$2T_0$〔K〕

(3)　ピストンは固定されており，気体がピストンに対してする仕事は 0 であり，空間 B が真空であるので，拡散の際に気体が外部にした仕事は 0 といえる。一方，断熱材で囲まれている系なので，気体は外部と熱のやりとりをしない。よって気体が吸収する熱量も 0 となる。よって，熱力学第一法則「$\varDelta U=Q-W'$」より，気体の内部エネルギーの変化量は 0 となるので，絶対温度の変化はなく，T_1〔K〕を保つこととなるから。

(4) $\dfrac{1}{2}p_0$〔Pa〕

〔C〕 (5) $\dfrac{3}{2}p_0$〔Pa〕　(6) $6T_0$〔K〕　(7) $\dfrac{3}{2}T_1$〔K〕　(8) $\dfrac{5}{2}p_0$〔Pa〕

(9) $\dfrac{5}{2}T_2$〔K〕

(10) 空間 A にある気体の内部エネルギー：$\dfrac{9}{2}nC_VT_0$〔J〕

空間 B にある気体の内部エネルギー：$\dfrac{1}{2}nC_VT_0$〔J〕

(11) $5nC_VT_0+nRT_0$〔J〕

解説

〔A〕(1) 重力の式「$W=mg$」，圧力の式「$p=\dfrac{F}{S}$」を考慮し，ピストンにはたらく力のつりあいの式を立てると

$p_0S-mg=0$　よって　$p_0=\dfrac{mg}{S}$〔Pa〕

また，理想気体の状態方程式「$pV=nRT$」より　$p_0\cdot SL=nRT_0$

よって　$T_0=\dfrac{\dfrac{mg}{S}\cdot SL}{nR}=\dfrac{mgL}{nR}$〔K〕

〔B〕(2) ピストンにはたらく力のつりあいを考えると，気体の圧力は〔A〕(1) と同じく p_0〔Pa〕である。ゆえに，定圧変化となるので，シャルルの法則「$\dfrac{V}{T}=$一定」より

$\dfrac{SL}{T_0}=\dfrac{2SL}{T_1}$　よって　$T_1=2T_0$〔K〕

(3) **ピストンは固定されており，気体がピストンに対してする仕事は 0 であり，空間 B が真空であるので，拡散の際に気体が外部にした仕事は 0 といえる。一方，断熱材で囲まれている系なので，気体は外部と熱のやりとりをしない。よって気体が吸収する熱量も 0 となる。よって，熱力学第一法則「$\Delta U=Q-W'$」より，気体の内部エネルギーの変化量は 0 となるので，絶対温度の変化はなく，T_1〔K〕を保つこととなるから。**

(4) 絶対温度が変化していないので，ボイルの法則「$pV=$一定」より

$p_0\cdot 2SL=p_1\cdot 4SL$

よって　$p_1=\dfrac{1}{2}p_0$〔Pa〕

〔C〕(5) ピストンがストッパーから離れる瞬間は空間 B の気体の圧力は p_1〔Pa〕である。ゆえに，ピストンにはたらく力のつりあいの式を立てると

$p_2S=p_1S+mg$

よって　$p_2=p_1+\dfrac{mg}{S}=\dfrac{1}{2}p_0+p_0$

$=\dfrac{3}{2}p_0$〔Pa〕

(6)　空間 A の気体に対して，ボイル・シャルルの法則「$\dfrac{pV}{T}=$一定」を適用すると

$$\frac{p_1\cdot 2SL}{T_1}=\frac{p_2\cdot 2SL}{T_2}$$

よって　$T_2=\dfrac{p_2}{p_1}\cdot T_1=\dfrac{\dfrac{3}{2}p_0}{\dfrac{1}{2}p_0}\cdot 2T_0$

$$=\mathbf{6T_0}\,[\mathrm{K}]$$

(7)　空間 B の気体に対して，ボイル・シャルルの法則「$\dfrac{pV}{T}=$一定」を適用すると

$$\frac{p_1\cdot 2SL}{T_1}=\frac{3p_1\cdot SL}{T_\mathrm{B}}$$

よって　$T_\mathrm{B}=\dfrac{\mathbf{3}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{T_1}\,[\mathrm{K}]$

(8)　ピストンにはたらく力のつりあいの式を立てると　$p_\mathrm{A}S=3p_1S+mg$

よって　$p_\mathrm{A}=3p_1+\dfrac{mg}{S}=3\cdot\dfrac{1}{2}p_0+p_0$

$$=\frac{\mathbf{5}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{p_0}\,[\mathrm{Pa}]$$

(9)　空間 A の気体に対して，ボイル・シャルルの法則「$\dfrac{pV}{T}=$一定」を適用すると

$$\frac{p_2\cdot 2SL}{T_2}=\frac{p_\mathrm{A}\cdot 3SL}{T_\mathrm{A}}$$

よって　$T_\mathrm{A}=\dfrac{3p_\mathrm{A}}{2p_2}\cdot T_2$

$$=\frac{3\cdot\dfrac{5}{2}p_0}{2\cdot\dfrac{3}{2}p_0}\cdot T_2$$

$$=\frac{\mathbf{5}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{T_2}\,[\mathrm{K}]$$

(10)　空間 A，B にある気体の内部エネルギーの変化をそれぞれ $\varDelta U_\mathrm{A}$，$\varDelta U_\mathrm{B}$ とおく。［B］において，ピストンをストッパーで固定した状態で弁を開いて，圧力および温度が等しくなったことから，気体A，B の物質量はともに $\dfrac{n}{2}$ [mol] となったと考えられる。よって，理想気体の内部エネルギーの変化の式「$\varDelta U=nC_V\varDelta T$」を用いると

$$\varDelta U_\mathrm{A}=\frac{nC_V}{2}(T_\mathrm{A}-T_2)$$

$$=\frac{nC_V}{2}\cdot\frac{3}{2}T_2$$

$$=\frac{3nC_V}{4}\cdot 6T_0$$

$$=\frac{9}{2}\boldsymbol{nC_VT_0}\,[\mathrm{J}]$$

$$\Delta U_{\mathrm{B}}=\frac{nC_V}{2}(T_{\mathrm{B}}-T_1)$$

$$=\frac{nC_V}{2}\cdot\frac{1}{2}T_1$$

$$=\frac{nC_V}{4}\cdot 2T_0$$

$$=\frac{1}{2}\boldsymbol{nC_VT_0}\,[\mathrm{J}]$$

(11) 引き続きヒーターで熱をゆっくりと加える過程においては，ピストンにはたらく力のつりあいを保ちながら状態が変化していくので，ピストンの上下の気体の圧力差は $\frac{mg}{S}$ のまま変化しない。よってピストンの上下の気体がした仕事の和を W' とするとき，気体がした仕事の式「$W'=p\Delta V$」を用いると

$$W'=\frac{mg}{S}\cdot S(3L-2L)$$

$$=p_0SL$$

$$=nRT_0\,[\mathrm{J}]$$

となる。よって，求める熱量を Q として，熱力学第一法則「$\Delta U=Q+W$」を用いると

$$Q=\Delta U+W'$$

$$=\Delta U_{\mathrm{A}}+\Delta U_{\mathrm{B}}+nRT_0$$

$$=\boldsymbol{5nC_VT_0+nRT_0}\,[\mathrm{J}]$$

3

解答 (1) $\frac{\sin i}{\sin r}$　(2) $n_1\sin(A+r)$　(3) $\frac{n_2}{n_1}<1$ (または $n_2<n_1$)

(4) $\frac{n_1}{n_2}\sin A$　(5) $d(n_2\sin\beta-\sin\theta)=m\lambda$　(6) $(n-1)d\sin A=\lambda$

(7) 1.2

解説

(1) 屈折の法則「$n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2$」より

$1\times\sin i=n_1\sin r$　よって　$n_1=\boldsymbol{\frac{\sin i}{\sin r}}$

(2) 図aのように α_{c} とおくと

$$(90°-A-r)+\alpha_{\mathrm{c}}=90°$$

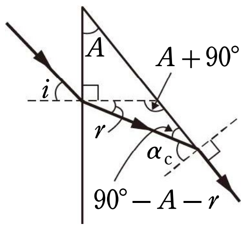
よって

$$\alpha_{\mathrm{c}}=A+r$$

また，屈折の法則より

$$n_1\sin\alpha_{\mathrm{c}}=n_2\sin 90°$$

以上より



図a

$$n_2 = n_1 \sin\alpha_c \qquad \cdots\cdots \text{(a)}$$
$$= \boldsymbol{n_1 \sin(A+r)}$$

(3)　(a) 式より　$\sin\alpha_c = \dfrac{n_2}{n_1}$

$0° < \alpha_c < 90°$，つまり　$0 < \sin\alpha_c < 1$　を満たすためには

$\boldsymbol{\dfrac{n_2}{n_1} < 1}$　または　$\boldsymbol{n_2 < n_1}$

(4)　図 b より

$(90° - A) + \alpha = 90°$

よって

$\alpha = A$

一方，屈折の法則より

$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$

が成りたつので

$$\sin\beta = \frac{n_1}{n_2}\sin\alpha = \boldsymbol{\frac{n_1}{n_2}\sin A}$$

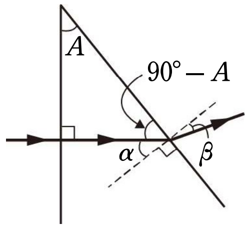


図 b

(5)　図 c のように，回折格子に入射する前と後，それぞれで光路差を生じるので，明線ができる条件は

$n_2 d \sin\beta - d\sin\theta = m\lambda$

よって

$$\boldsymbol{d(n_2 \sin\beta - \sin\theta) = m\lambda} \qquad \cdots\cdots \text{(b)}$$

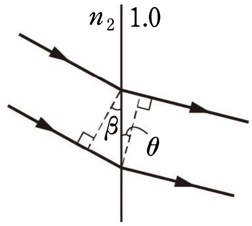


図 c

(6)　$\theta = \beta = \alpha = A$ で，$m = 1$ なので，(b) 式より

$d(n\sin A - \sin A) = \lambda$

よって

$$\boldsymbol{(n-1)d\sin A = \lambda} \qquad \cdots\cdots \text{(c)}$$

(7)　(c) 式より　$n - 1 = \dfrac{\lambda}{d\sin A}$

よって　$n = 1 + \dfrac{\lambda}{d\sin A}$

これに与えられた値を代入すると

$$n = 1 + \frac{5.0\times10^{-7}}{5.0\times10^{-6}\times\sin 30°} = \boldsymbol{1.2}$$

4

解答　(ア)　$\dfrac{(R_1+R_3)V}{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}$　　(イ)　$\dfrac{V}{R_1+R_2}$　　(ウ)　C → B

(エ)　$\dfrac{R_1V}{(R_1+R_2)(R_1+R_3)}$　　(オ)　B → A　　(カ)　0 A　　(キ)　$\dfrac{R_1V}{R_1+R_2}$

(ク)　0 V　　(ケ)　$\dfrac{R_1V}{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}$

(コ)　コイルをつくる導線を流れる電流は，隣りあった導線に流れる電流と同じ向きで，同じ向きに流れる電流は互いに引き合うから。

(解説)

(ア)　AB 間を導線で結ぶとして，全合成抵抗 R を求めると

$$R=R_2+\frac{R_1R_3}{R_1+R_3}=\frac{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}{R_1+R_3}$$

ゆえに，R_2 を流れる電流 I は

$$I=\frac{V}{R}=\frac{(\boldsymbol{R_1+R_3})\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}} \quad \text{〔A〕}$$

(イ)　AB 間を断線と考えて，全合成抵抗 R' は

$$R'=R_2+R_1 \qquad \text{ゆえに} \quad I'=\frac{V}{R'}=\frac{\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{R_1+R_2}}\text{〔A〕}$$

(ウ)　コンデンサーの電位差 V_C は R_1 の両端の電位差と等しいから

$$V_C=R_1I'=\frac{R_1V}{R_1+R_2}$$

R_3 に流れる電流は**C から B の向き。**

(エ)　$$\frac{V_C}{R_1+R_3}=\frac{\boldsymbol{R_1V}}{(\boldsymbol{R_1+R_2})(\boldsymbol{R_1+R_3})} \quad \text{〔A〕}$$

(オ)　コイルに流れる電流の変化を妨げる向きだから，**B から A の向き。**

(カ)　S を閉じた直後は，コイルの逆起電力によってコイルには電流が流れない。　**0 A**

(キ)　AB 間が断線したことと同じだから，(イ) と同様に考えて　$R_1I'=\dfrac{\boldsymbol{R_1V}}{\boldsymbol{R_1+R_2}}$〔V〕

(ク)　十分時間が経てば，コイルに流れる電流は変化しなくなるから， 誘導起電力も発生しない。　**0 V**

(ケ)　AB 間を導線で結ぶのと同じ状況だから，(ア) で求めた I を R_1 と R_3 の逆比に分配すればよい。求める電流 I_3 は

$$I_3=\frac{R_1}{R_1+R_3}I=\frac{\boldsymbol{R_1V}}{\boldsymbol{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}} \quad \text{〔A〕}$$

(コ)　コイルをつくる導線を流れる電流は，隣りあった導線に流れる電流と同じ向きで，同じ向きに流れる電流は互いに引きあうから。

5

解答　(1)　$m\dfrac{v^2}{r}=k\dfrac{e^2}{r^2}$　(2)　$-k\dfrac{e^2}{r}$〔J〕　(3)　$-\dfrac{ke^2}{2r}$〔J〕　(4)　$2\pi r=n\cdot\dfrac{h}{mv}$

(5)　$\dfrac{h^2}{4\pi^2kme^2}\cdot n^2$〔m〕　(6)　$-\dfrac{2\pi^2k^2me^4}{h^2}\cdot\dfrac{1}{n^2}$〔J〕　(7)　4.8×10^{-10} m

(8)　-2.4×10^{-19} J　(9)　1.0×10^{-7} m

(解説)

ヒント　(1)　電子の粒子性から，円運動の運動方程式を立てる。

(3)　運動エネルギーを (1) の結果を用いて，k，r，e で表し，力学的エネルギーを求める。

(4)　電子の波動性から，量子条件「円周の長さが電子波の波長の整数倍」を考える。

(1)　電子を粒子と考える。電子は等速円運動をしていて，静電気力「$k\dfrac{e\cdot e}{r^2}$」が円運動の向心力「$m\dfrac{v^2}{r}$」となっているので，円運動の運動方程式は $\boldsymbol{m\dfrac{v^2}{r}=k\dfrac{e^2}{r^2}}$ ※A←

(2)　電子の位置エネルギーは，無限遠を基準とすることに注意すると

$$U=-\boldsymbol{k\frac{e^2}{r}}\ 〔\mathrm{J}〕$$

(3)　運動エネルギー K〔J〕は (1) の結果より

$$K=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}k\frac{e^2}{r}$$

よって，電子の力学的エネルギー E は

$$E=K+U=\frac{1}{2}\frac{ke^2}{r}-\frac{ke^2}{r}=-\boldsymbol{\frac{ke^2}{2r}}\ 〔\mathrm{J}〕$$

(4)　「電子軌道の円周の長さが，電子波の波長の整数倍である」と，物質波の波長の式「$\lambda=\dfrac{h}{mv}$」より

$$2\pi r=n\cdot\lambda=n\cdot\frac{h}{mv}$$

よって　$\boldsymbol{2\pi r=n\cdot\dfrac{h}{mv}}$ ※B←

(5)　(4) の結果において，r を r_n と置きかえると

$$2\pi r_n=n\cdot\frac{h}{mv}$$

両辺を 2 乗し，(1) の結果より「$mv^2=\dfrac{ke^2}{r_n}$」の関係を用いると

$$4\pi^2 r_n{}^2=\left(\frac{nh}{mv}\right)^2=n^2h^2\cdot\frac{1}{m}\cdot\frac{1}{mv^2}$$

$$=n^2h^2\cdot\frac{1}{m}\cdot\frac{r_n}{ke^2}$$

よって，$r_n=\boldsymbol{\dfrac{h^2}{4\pi^2kme^2}\cdot n^2}$〔m〕※C←

(6)　(3) の結果において，E を E_n と置きかえると，$E_n=-\dfrac{ke^2}{2r_n}$〔J〕を得る。(5) で求めた r_n を代入すると

$$E_n=-\frac{ke^2}{2r_n}=-\frac{ke^2}{2}\cdot\frac{4\pi^2kme^2}{h^2}\cdot\frac{1}{n^2}$$

$$=-\boldsymbol{\frac{2\pi^2k^2me^4}{h^2}\cdot\frac{1}{n^2}}\ 〔\mathrm{J}〕$$

(7)　(5) の結果より，電子の軌道半径 r_n は n^2 に比例する。

よって　$\dfrac{r_3}{r_1}=\dfrac{3^2}{1^2}=9$

$$r_3=9r_1=9\times5.3\times10^{-11}$$

$=4.77\times10^{-10}\fallingdotseq\mathbf{4.8\times10^{-10}}$ **m**

(8)　(6) の結果より，電子の力学的エネルギー E_n は $\dfrac{1}{n^2}$ に比例する。

よって　$\dfrac{E_3}{E_1}=\dfrac{\left(\dfrac{1}{3^2}\right)}{\left(\dfrac{1}{1^2}\right)}=\dfrac{1}{9}$

$$E_3=\frac{1}{9}E_1=\frac{-2.2\times10^{-18}}{9}$$

$$=-2.44\cdots\times10^{-19}\fallingdotseq\mathbf{-2.4\times10^{-19}}\ \mathbf{J}$$

(9)　$n=3$ から $n=1$ の軌道に電子が移るときに放出される光のもつエネルギー E〔J〕は，振動数条件「$E=E_n-E_{n'}$」より

$$E=E_3-E_1=\frac{1}{9}E_1-E_1$$

$$=-\frac{8}{9}E_1\,〔\mathrm{J}〕$$

光子のエネルギーの式「$E=h\nu=h\dfrac{c}{\lambda}$」より

$$h\frac{c}{\lambda}=-\frac{8}{9}E_1$$

よって　$\lambda=\dfrac{hc}{\left(-\dfrac{8}{9}E_1\right)}=-\dfrac{9hc}{8E_1}=-\dfrac{9\times6.6\times10^{-34}\times3.0\times10^8}{8\times(-2.2\times10^{-18})}=1.01\cdots\times10^{-7}$

$\fallingdotseq\mathbf{1.0\times10^{-7}}$ **m**※D←

←※A　r を消去して

$$mv^2=k\frac{e^2}{r}$$

とすると，題意の「電子の加速度の大きさと電子の受ける力の大きさの関係」にあわなくなる。

←※B　量子条件という。

←※C　電子の軌道半径はとびとびの値になる。

←※D　紫外線になる。