1

原則１．仕事の公式　→　(1)・(3) に利用

物体に力 F [N] をかけて距離 s [m] 移動したとき、F と s のなす角が θ であるなら、力 F がする仕事 W [J] は、次式で表される。

$$W = Fs\cos\theta$$

・F と s が同じ向き（ $\theta = 0°$ ）の場合、$W = Fs$ となる。

・F と s が逆向き（ $\theta = 180°$ ）の場合、$W = -Fs$ となる。

・F と s のなす角が直角（ $\theta = 90°$ ）の場合、$W = 0$ となる。

原則２．力学的エネルギー保存の法則　→　(1)～(3) に利用

質量 m の物体が速さ v で高さ h の所を運動しているとき、空気抵抗などの影響が無視できるなら、速さ v や高さ h が変化しても、運動エネルギー（ $\frac{1}{2}mv^2$ ）と位置エネルギー（ mgh ）の和である力学的エネルギー（ $\frac{1}{2}mv^2 + mgh$ ）は変化しない（ここで、g は重力加速度（$g = 9.8$ [m/s^2] ）である)。これを力学的エネルギー保存の法則と言う。

例えば、鉛直方向に運動する質量 m の物体において、高さ h_1 のときの速さを v_1、高さ h_2 のときの速さを v_2 とすると、次式が成り立つ。

$$\frac{1}{2}m{v_1}^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}m{v_2}^2 + mgh_2 \quad \cdots\cdots①$$

ただし、人工衛星のように地表から極めて高いところを運動する質量 m の物体の位置エネルギーは、$-G\frac{Mm}{r}$（G：万有引力定数（ $G = 6.67 \times 10^{-11}$ [N・m^2/kg^2] ）、M：地球の質量、r：地球の中心からの距離）と表す必要があり、式①の代わりに次式を用いる。

$$\frac{1}{2}m{v_1}^2 - G\frac{Mm}{r_1} = \frac{1}{2}m{v_2}^2 - G\frac{Mm}{r_2} \quad \cdots\cdots②$$

原則３．仕事と力学的エネルギーの変化　→　(3) に利用

質量 m の物体になした仕事 W によって、物体のもつ力学的エネルギーが E_1 から E_2 へ変化したとき（力学的エネルギーの変化量が ΔE であるとき)、次式が成り立つ。

$$\Delta E = E_2 - E_1 = W$$

例えば、水平方向に速さ v_1 で運動する質量 m の物体に力を加えて、速さを v_2 に変えたとき、その力が物体になした仕事を W とすると、次式が成り立つ。

$$\Delta E = \frac{1}{2}m{v_2}^2 - \frac{1}{2}m{v_1}^2 = W$$

(1)

【方針】

まず、「 S_1 が S_2 より圧倒的に大きい」と言う文言より、近似式が利用できることに気づく。

また、「水に加えられる仕事は断面 1，2 に垂直に働く圧力だけである」と言う文言より、仕事が容易に求まることに気づく。これらの点を踏まえて、「原則１．仕事の公式」や「原則２．力学的エネルギー保存の法則」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解答】

a：$v_1 S_1 \Delta t$　　b：$v_1 S_1 = v_2 S_2$　　c：$p_0 S_1 v_1 \Delta t$　　d：$-p_0 S_2 v_2 \Delta t$

e：0　　f：${v_1}^2 + 2gh_1 = {v_2}^2 + 2gh_2$　　g：$\sqrt{2gh}$

【解説】

a：水面の高さが $v_1 \Delta t$ 下がるから、体積の減少する量は $v_1 S_1 \Delta t$ となる。

b：蛇口 2 から流出する水の体積が $v_2 S_2 \Delta t$ となるから、$v_1 S_1 \Delta t = v_2 S_2 \Delta t$ が成り立つ。よって、$v_1 S_1 = v_2 S_2$ ……(A) となる。

c：仕事の公式から、$p_0 S_1 v_1 \Delta t$ となる。

d：仕事の公式から、$-p_0 S_2 v_2 \Delta t$ となる。

e：式(A)を用いると、水全体になされる仕事は、$p_0 S_1 v_1 \Delta t - p_0 S_2 v_2 \Delta t = 0$ となる。

f：水の密度を ρ とおくと、1～1'の部分の質量が $\rho v_1 S_1 \Delta t$、2～2'の部分の質量が $\rho v_2 S_2 \Delta t$ となる。これらを用いると、力学的エネルギー保存の法則にもとづく $E_{1,1'} = E_{2,2'}$ は次式のように表せる。

$$\frac{1}{2}\rho v_1 S_1 \Delta t {v_1}^2 + \rho v_1 S_1 \Delta t g h_1 = \frac{1}{2}\rho v_2 S_2 \Delta t {v_2}^2 + \rho v_2 S_2 \Delta t g h_2$$

これを式(A)を用いて整理すると、

$${v_1}^2 + 2gh_1 = {v_2}^2 + 2gh_2 \quad \cdots\cdots(C)$$

となる。

g：式(C)より、次式が得られる。

$${v_2}^2\left\{1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2\right\} = 2g(h_1 - h_2)$$

この式に、式(A)から得られる $\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}$ を代入すると、

$${v_2}^2\left\{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2\right\} = 2g(h_1 - h_2)$$

となる。さらに、問題文中の近似式と $h = h_1 - h_2$ を用いて変形すると、

$${v_2}^2 \fallingdotseq 2gh$$

となる。ゆえに、$v_2 = \sqrt{2gh}$ となる。

⑵

【方針】

「容器 A の蛇口に，断面積 S_2 と同じ断面積を持つホースを取り付け」と言う文言より、式(A)の v_2 を v_5 に置き換えられることに気づく。この点を踏まえて、「原則２．力学的エネルギー保存の法則」の知識などを利用して解く。

【解答】
h：$\sqrt{2g(h+s)}$　　i：$\sqrt{2g(h+s)}$
【解説】
h：ホースと蛇口の断面積は等しいので、式(A)の v_2 を v_5 に置き換えた次式が成り立つ。

$$v_1S_1 = v_5S_2 \quad \cdots\cdots ①$$

力学的エネルギー保存の法則から導かれた式(C)において v_2 を v_5 、h_1 を h 、h_2 を $-s$ とすると、

$$v_1{}^2 + 2gh = v_5{}^2 - 2gs \quad \cdots\cdots ②$$

となる。よって、式①と②より、次式を得る。

$$v_5{}^2\left\{1-\left(\frac{v_1}{v_5}\right)^2\right\} = v_5{}^2\left\{1-\left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2\right\} = 2g(h+s)$$

問題文の近似式を用いると、$v_5{}^2 \fallingdotseq 2g(h+s)$ となり、$v_5 = \sqrt{2g(h+s)}$ と求まる。
i：ホース部分については流入量と流出量が等しいから、$v_4S_2\Delta t = v_5S_2\Delta t$ が成り立ち、

$$v_4 = v_5 = \sqrt{2g(h+s)}$$

となる。

(3)
【方針】
「ガラス管内の液面は下の開口端 6 の位置になる」と言う文言より、容器 C 内の水面が開口端 6 より上のどの位置にあっても、開口端 6 の水面にかかる圧力は一定の大気圧 p_0 であることに気づく。この点に着目して、「原則１．仕事の公式」や「原則２．力学的エネルギー保存の法則」、「原則３．仕事と力学的エネルギーの変化」の知識を利用して解く。
【解答】
j：$\sqrt{2gh_0}$
【解説】
j：高さ h における水面の流速を v、水面に加わる圧力を p とおくと、ガラス管の断面積は無視できるから、次式が成り立つ。

$$S_1v = S_2v_7 \quad \cdots\cdots ③$$

また、ガラス管の下端にかかる圧力は大気圧であるから。次式が成り立つ。

$$p + \rho g(h-h_0) = p_0 \quad \cdots\cdots ④$$

時間 Δt の間の容器内の水になされる仕事を W とおくと、式③と④より、次式が成り立つ。

$$W = pS_1v\Delta t - p_0S_2v_7\Delta t = -\rho g(h-h_0)\cdot S_2v_7\Delta t$$

また、時間 Δt の間の水の力学的エネルギーの変化量を ΔE とおくと、式③より、次式が成り立つ。

$$\Delta E = \frac{1}{2}\rho S_2v_7\Delta t\cdot v_7{}^2 - \left(\frac{1}{2}\rho S_1v\Delta t\cdot v^2 + \rho S_1v\Delta t\cdot gh\right) = \frac{1}{2}\rho S_2v_7\Delta t(v_7{}^2 - v^2 - 2gh)$$

水の力学的エネルギーの変化量と水になした仕事は等しいから $\Delta E = W$ とし、両辺を $\frac{1}{2}\rho S_2 v_7 \Delta t$ で割ると、

$$v_7{}^2 - v^2 - 2gh = -2g(h - h_0)$$

となり、次式を得る。

$$v_7{}^2 - v^2 = 2gh_0 \quad \cdots\cdots ⑤$$

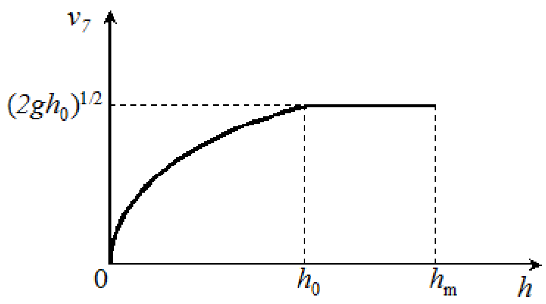
よって、式⑤と③および問題文の近似式より、$v_7{}^2 \fallingdotseq 2gh_0$ となり、$v_7 = \sqrt{2gh_0}$ と求まる。

(4)

【方針】

前問の結果より、$h > h_0$では v_7 は一定となることに気づく。この点を踏まえ、各区間の v_7 を式に表した上でグラフを作成する。

【解答】



（図は WEB 上で見つからなかったため自作）

【解説】

(1)～(3) の結果より、各区間の v_7 は、次式のようになる。

・$h_m \geqq h > h_0$：$v_7 = \sqrt{2gh_0}$（一定値）

・$h_0 \geqq h \geqq 0$：水面に加わる圧力は大気圧 p_0 となるから、$v_7 = v_2 = \sqrt{2gh}$（$\sqrt{h}$ に比例）

よって、グラフは解答のようになる。

2

原則４．運動の方程式と重力　　　　→　(1) に利用

一般に、質量 m の物体に力 F が加わるとき、次式のように、物体は加速度 a の等加速度運動をする。

$$ma = F$$

なお、質量 m の物体が速さ v （角振動数 ω ）、半径 r の円運動をするとき、その運動方程式は次式で表される。

$$m\frac{v^2}{r} = F \quad (\ mr\omega^2 = F \ )$$

また、一般に質量 m の物体には鉛直下向きに大きさ mg（ g は重力加速度）の重力がはたらく。よって、例えば、鉛直下向きに重力以外の力 F が加わっている物体の運動方程式は、次式のようになる。

$$ma = mg + F$$

原則５．気体の状態方程式と各法則　　　　→　(1) に利用

一般に、体積 $V\,[\mathrm{m^3}]$ 、圧力 $P\,[\mathrm{Pa}]$ 、温度 $T\,[\mathrm{K}]$ 、物質量 $n\,[\mathrm{mol}]$ の気体においては、次式で表される気体の状態方程式が成り立つ。

$$PV = nRT \quad \cdots\cdots①$$

なお、R は気体定数と呼ばれるもので、$R \fallingdotseq 8.31\,[\mathrm{J/(mol \cdot K)}]$ である。

また、気体の状態方程式より、標準状態（0 ℃ 、1.01×10^5 Pa）での気体 1 mol の占める体積は、気体の種類によらず 22.4 L となる。

ところで、物質量が一定であれば、気体の状態方程式（①式）より、次式で表されるボイル・シャルルの法則が導かれる。

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \quad \cdots\cdots②$$

また、温度一定の条件下では、②式より、次式で表されるボイルの法則が導かれる。

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad \cdots\cdots③$$

同様に、圧力一定の条件下では、②式より、次式で表されるシャルルの法則が導かれる。

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \cdots\cdots④$$

原則６．単振動の運動方程式と周期など　　　　→　(1) に利用

物体の質量を m 、変位を x 、加速度を a とおいたとき、運動方程式が

$$ma = -kx \quad (\ k \text{ は正の定数})$$

で表されるなら、この物体は単振動をする。なお、単振動の周期 T は

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

となる。また、振幅を A とおくと、変位 x は次式で表される。

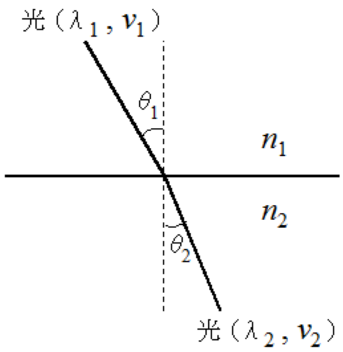
$$x = A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) \qquad (\ \varphi\ \text{は初期位相})$$

となる。

原則７．屈折の法則　　　　→　(2) に利用

空気中（屈折率：n_1）および屈折率 n_2 の媒体中を光が進行する場合、その境界面で光は屈折する。このとき、境界面と垂直な面と空気中（媒体中）の光の進行経路がなす角を θ_1（ θ_2 ）、空気中（媒体中）の光の速度を v_1（ v_2 ）、空気中（媒体中）の光の波長を λ_1（ λ_2 ）とすると、次式で表される屈折の法則が成り立つ。なお、空気中の屈折率は $n_1 = 1.0003$ であるため、$n_1 = 1$ として計算することが多い。

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



（図は WEB 上で見つからなかったため自作）

(1)

【方針】

「シリンダー内の気体は一定の温度を保っている」と言う文言より、等温変化であるからボイルの法則が使えることに気づく。この点を最初の手掛かりとして、「原則４．運動の方程式と重力」や「原則５．気体の状態方程式と各法則」、「原則６．単振動の運動方程式と周期など」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解答】

(a)：求める圧力を p とおくと、ピストンの力のつり合いより

$$pS = p_0S + mg \qquad\qquad \therefore p = p_0 + \frac{mg}{S} \ \cdots\cdots(\text{答})$$

(b)：等温変化であるからボイルの法則を用いる。求める圧力を p' とおくと

$$p' = \frac{l}{l-x}p = p\frac{1}{1-\frac{x}{l}}$$

$l \gg x$ であるから近似式を用いて

$$p' \fallingdotseq p\left(1+\frac{x}{l}\right) = \left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)\left(1+\frac{x}{l}\right) \quad \cdots\cdots(答)$$

(c)：ピストンとおもりの運動方程式は、加速度を a とし、下向きを正とすると

$$ma = mg + p_0S - p'S$$

p' を代入して整理すると

$$ma = -\frac{p_0S+mg}{l}x$$

したがって、単振動の復元力の比例定数 K は

$$K = \frac{p_0S+mg}{l}$$

単振動の周期を T とすると、周期の公式より

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{ml}{p_0S+mg}} \quad \cdots\cdots(答)$$

【解説】

理想気体が等温変化するときの単振動の問題である。圧力の求め方や単振動の周期の求め方を理解しておく必要がある。また、正しく近似式を使えることも大切である。

⑵

【方針】

「上から見て正三角形のプリズムガラス」と言う文言より、$\angle PAQ = 60°$ であるから P 点の屈折角（ θ_1 ）と Q 点の入射角（ θ_2 ）の和が計算できることに気づく。この点に着目して、「原則７．屈折の法則」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解答】

(a)：屈折の法則より

$$1 \cdot \sin 30° = \frac{3}{2}\sin\theta_1 \qquad \therefore \sin\theta_1 = \frac{1}{3} \quad \cdots\cdots(答)$$

(b)：三角形 APQ の内角の和は 180° であるから

$$60° + (90° - \theta_1) + (90° - \theta_2) = 180° \qquad \therefore \theta_1 + \theta_2 = 60° \quad \cdots\cdots(答)$$

(c)：屈折の法則より

$$1 \cdot \sin\theta = \frac{3}{2}\sin\theta_2$$

(b)より $\theta_2 = 60° - \theta_1$ であるから

$$\sin\theta = \frac{3}{2}\sin(60° - \theta_1) = \frac{3}{2}(\sin 60° \cos\theta_1 - \cos 60° \sin\theta_1)$$

$$= \frac{3}{2}\left(\sin 60°\sqrt{1-\sin^2\theta_1} - \cos 60° \sin\theta_1\right)$$

$\sin\theta_1$ などの値を代入して整理すると、$\sin\theta = \frac{2\sqrt{6}-1}{4}$ ……(答)

【解説】

三角プリズムによる光の屈折についての問題である。三角形の内角の和が 180° であることに注意する。

3

原則８．電力の公式　　　→　(1) に利用

抵抗値 $R\,[\Omega]$ の抵抗にかかる電圧が $V\,[\mathrm{V}]$ で、この抵抗に流れる電流が $I\,[\mathrm{A}]$ であるとき、この抵抗で消費する電力 $P\,[\mathrm{W}]$ は、次式で表される。

$$P = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

原則９．光子の運動量とエネルギー　　　→　(1) に利用

波長 $\lambda\,[\mathrm{m}]$（振動数 $\nu\,[\mathrm{Hz}]$ ）の光子がもつ運動量 $p\,[\mathrm{kg\cdot m/s}]$ は、次式で表される。なお、h はプランク定数：$h = 6.6\times10^{-34}\,[\mathrm{J\cdot s}]$ で、c は光速：$c = 3.0\times10^{8}\,[\mathrm{m/s}]$ である。

$$p = \frac{hc}{\nu} = \frac{h}{\lambda}$$

また、波長 $\lambda\,[\mathrm{m}]$（振動数 $\nu\,[\mathrm{Hz}]$ ）の光子がもつエネルギー $E\,[\mathrm{J}]$は、次式で表される。

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

上式より、電圧 $V\,[\mathrm{V}]$ により加速された電子の運動エネルギーの全てが波長 $\lambda\,[\mathrm{m}]$ の光子のエネルギーに変換されるとき、次式が成り立つことがわかる。なお、e は電子の電荷の大きさ：$e = 1.6\times10^{-19}\,[\mathrm{C}]$ である。

$$eV = \frac{hc}{\lambda}$$

原則１０．アボガドロ定数と質量数　　→　問１に利用

質量数（＝陽子数＋中性子数）A の原子がアボガドロ定数（$= 6.02\times10^{23}\,[/\mathrm{mol}]$ ）個集まったとき、その質量は A [g] となる。例えば、質量数 12 の炭素原子 6.02×10^{23} 個の質量は、12 [g] となる。

原則１１．コンデンサーの電気量と静電エネルギー　　　→　(1) に利用

電気容量 $C\,[\mathrm{F}]$ のコンデンサーにかかる電圧が $V\,[\mathrm{V}]$ であるとき、このコンデンサーには次の２式で表される電気量 $Q\,[\mathrm{C}]$ および静電エネルギー $U\,[\mathrm{J}]$ が蓄えられている。

$$Q = CV \quad \cdots\cdots①$$

$$U = \frac{1}{2}CV^2 \quad \cdots\cdots②$$

式①より、式②は以下のようにも表せる。

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV = \frac{Q^2}{2C} \quad \cdots\cdots③$$

原則１２．オームの法則と合成抵抗の公式　　　　→　(1) に利用

抵抗値 R [Ω] の抵抗にかかる電圧が V [V] で、この抵抗に流れる電流が I [A] であるとき、次式で表されるオームの法則が成り立つ。

$$V = RI$$

なお、2 つの抵抗 R_1 、R_2を直列接続したときの合成抵抗 R は、次式で表される。

$$R = R_1 + R_2$$

また、2 つの抵抗 R_1 、R_2を並列接続したときの合成抵抗 R は、次式で表される。

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \ \rightarrow \ R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

(1)

【方針】

「送電線に高電圧をかけて熱の発生を少なくし」と言う文言より、高電圧にすることで電流が減って送電線自身の抵抗による発熱が少なくなることに気づく。この点を踏まえ、「原則８．電力の公式」の知識を利用して解答文を作成する。

【解答】

(電力)＝(電圧)×(電流) であるので、高い電圧にすると電流は小さくなるが、(送電線で生じる単位時間当りの熱量)＝(電流)^2×(送電線の抵抗) であるため、電流を小さくすると送電線での発熱量を小さくできる。

【解説】

「(送電線で生じる単位時間当りの熱量)＝(電流)^2×(送電線の抵抗)」の内容を必ず含めるようにして、簡潔に文章をまとめる。

(2)

【方針】

「1.0 kWh」は 1000 W の電力を 1 時間使ったときのエネルギーであることに気づく。この点を踏まえ、単位に注意して計算する。

【解答】

ドライヤーの電力量は

$$0.8\ [\mathrm{kW}] \times \frac{10}{60}\ [\mathrm{h}] = \frac{2}{15}\ [\mathrm{kWh}]$$

したがって

$$20 \times \frac{2}{15} = \frac{8}{3} \fallingdotseq 2.66 \fallingdotseq 2.7 \text{ 円}$$ ……(答)

【解説】

電力 $[\mathrm{W}] = [\mathrm{J/s}]$ と電力量 $1.0\ [\mathrm{kWh}] = 1.0 \times 10^3 \times 3600 = 3.6 \times 10^6\ [\mathrm{J}]$ の違いを明確に理解しておく必要がある。

(3)

【方針】

「電子を加速させ，金属でできた陽極に衝突させて X 線を発生させた」と言う文言より、電子の運動エネルギーが光子のエネルギーに変換されたことに気づく。この点に着目して、「原則９．光子の運動量とエネルギー」の知識などを利用して解く。

【解答】

(a)：電子の運動エネルギー＝電場のした仕事であるから

$$1.6\times10^{-19}\times1.2\times10^{5}=1.92\times10^{-14}\fallingdotseq1.9\times10^{-14}\ [\mathrm{J}]$$ ……(答)

(b)：最短波長を λ_0 [m] とすると

$$\frac{6.6\times10^{-34}\times3.0\times10^{8}}{\lambda_0}=1.92\times10^{-14}$$

$$\therefore\lambda_0=1.03\times10^{-11}\fallingdotseq1.0\times10^{-11}\ [\mathrm{m}]$$ ……(答)

【解説】

連続 X 線の最短波長 λ_0 とは電子の運動エネルギーの全てが X 線となるときである。

(4)

【方針】

「1.00 g のウラン 235」と言う文言とアボガドロ数の値より、1.00 g に含まれるウラン 235（質量数 235 のウラン原子）の個数が計算できることに気づく。この点に着目して、「原則１０．アボガドロ定数と質量数」の知識を利用して解く。

【解答】

ウラン 1 個から $200\ [\mathrm{MeV}]=3.2\times10^{-11}\ [\mathrm{J}]$ が放出されるから

$$3.2\times10^{-11}\times6.02\times10^{23}\times\frac{1}{235}=8.19\times10^{10}\fallingdotseq8.2\times10^{10}\ [\mathrm{J}]$$ ……(答)

【解説】

エネルギーの単位換算は $200\ [\mathrm{MeV}]=200\times10^{6}\times1.6\times10^{-19}=3.2\times10^{-11}\ [\mathrm{J}]$ となる。

(5)

【方針】

スイッチの切り替えの前後で電気量が保存されることに気づく。この点を最初の手掛かりとして、「原則１１．コンデンサーの電気量と静電エネルギー」の知識などを利用して順に解いてゆく。

【解答】

(a)：求める AB 間の電圧を V [V] とおき、電気量保存則を用いると

$$5.00\times10^{-6}\times1.00\times10^{3}+1.50\times10^{-5}\times1.00\times10^{2}=(5.00\times10^{-6}+1.5\times10^{-5})V$$

$$\therefore V=3.25\times10^{2}\ [\mathrm{V}]$$ ……(答)

(b)：コンデンサーの静電エネルギーの減少分 ΔU [J] は

$$\Delta U = \frac{1}{2} \times 5.00 \times 10^{-6} \times (1.00 \times 10^3)^2 + \frac{1}{2} \times 1.50 \times 10^{-5} \times (1.00 \times 10^2)^2$$
$$- \frac{1}{2}(5.00 \times 10^{-6} + 1.50 \times 10^{-5}) \times (3.25 \times 10^2)^2$$
$$= 1.518 \fallingdotseq 1.52 \text{ [J]}$$ ……(答)

【解説】

静電エネルギー U は、電気容量 C と電圧 V から、式：$U = \frac{1}{2}CV^2$ を用いて計算できる。

(6)

【方針】

図 2 をよく見ると、上下対称の回路となっているので、どちらのダイオードが導通しても電源から見た実効的な回路構成は同じであることに気が付く。この点を踏まえて、「原則１２．オームの法則と合成抵抗の公式」の知識を利用して解く。

【解答】

どちらの向きに電流が流れても、R_1 、R_2 、R_2 の抵抗が並列に接続されていて、それに R_1 の抵抗が直列に接続されている点は変わらない。並列接続部分の合成抵抗を R' とすると

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_2 + 2R_1}{R_1 R_2}$$

$$\therefore R' = \frac{R_1 R_2}{2R_1 + R_2}$$

よって、全抵抗値 R は

$$R = R_1 + R' = R_1 + \frac{R_1 R_2}{2R_1 + R_2} = \frac{2R_1(R_1 + R_2)}{2R_1 + R_2}$$ ……(答)

【解説】

ダイオードの特性を考慮すれば、どちらの向きに電流が流れても同じ回路になることがわかる。なお、コンデンサーやコイルがある場合、周波数の 50Hz が関係して来るが、抵抗だけの場合には無関係である。

(7)

【方針】

「白く見える」と言う文言から、様々な波長の光が混じった状態であることに気づく。この点を踏まえて、光の反射に関する知識などにもとづいて解答文を作成する。

【解答】

細かく砕かれたガラスの表面は微小な凹凸面となっていて乱反射をするので、様々な向きへ進む様々な波長の光が混在した反射光となり、白く見える。(68 字)

【解説】

くもりガラス（すりガラス）も同様であり、表面に細かな凹凸面があるため、白く見える。

(8)

【方針】

【解答】

オームの法則と $R = R_0(1+\alpha t)$ を用いる。

$$7.5 = R_0(1+5.0\times10^{-3}\times10)\times3.0 \quad \cdots\cdots①$$

$$3.0 = R_0(1+5.0\times10^{-3}\times t)\times1.0 \quad \cdots\cdots②$$

①÷②より

$$\frac{7.5}{3.0} = \frac{1.05}{1+5.0\times10^{-3}\times t}\times3.0$$

$$\therefore t = 52\ [℃] \quad \cdots\cdots(答)$$

【解説】

抵抗の温度係数 α を使う基本的な問題である。抵抗値を求めてから、式 $R = R_0(1+\alpha t)$ に代入してもよい。