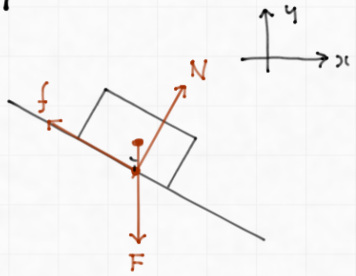
関西大2017

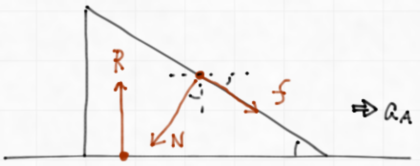
1 (i) (A) (a)



(B) $m_B a_x = N\sin\theta + f(-\cos\theta)$

$m_B a_y = N\cos\theta + f\sin\theta - m_B g$

(1) (ア)　(2) (エ)　(3) (ウ)　(4) (ア)



$m_A a_A = N(-\sin\theta) + f\cos\theta$

(5) (イ)　(6) (ウ)

(b) $f = \mu' N$

$$\frac{a_y}{a_x - a_A} = -\tan\theta \quad \cdots \text{束縛条件}$$

以上を連立

$$a_x = \frac{N}{m_B}\sin\theta - \frac{\mu' N}{m_B}\cos\theta$$

$$a_y = \frac{N}{m_B}\cos\theta + \frac{\mu' N}{m_B}\sin\theta - g$$

$$a_A = -\frac{N}{m_A}\sin\theta + \frac{\mu' N}{m_A}\cos\theta$$ を ⑤に代入

$$\frac{\frac{N}{m_B}\cos\theta + \frac{\mu' N}{m_B}\sin\theta - g}{\frac{N}{m_B}\sin\theta - \frac{\mu' N}{m_B}\cos\theta + \frac{N}{m_A}\sin\theta - \frac{\mu' N}{m_A}\cos\theta} = -\tan\theta$$

$$\frac{N}{m_B}\cos\theta + \cancel{\frac{\mu' N}{m_B}\sin\theta} - g = -\frac{N}{m_B}\frac{\sin^2\theta}{\cos\theta} + \cancel{\frac{\mu' N}{m_B}\sin\theta} + \frac{N}{m_A}\frac{\sin^2\theta}{\cos\theta} + \frac{\mu' N}{m_A}\sin\theta$$

$$N = \frac{g\cos\theta}{\frac{\cos^2\theta}{m_B} + \frac{\sin^2\theta}{m_B}\cdot\frac{1}{\cancel{\cos\theta}} - \frac{\sin^2\theta}{m_A\cancel{\cos\theta}} - \frac{\mu'}{m_A}\cos\theta\sin\theta} = \frac{m_B g\cos\theta}{1 - \frac{m_B}{m_A}\sin\theta(\sin\theta - \mu'\cos\theta)}$$

(7) (ウ)　(8) (カ)

(B)

$g' = g + \alpha$　(9) (ウ)

力のつりあいを考えると　$Mg' = kx$　　$x = \frac{Mg'}{k}$ と

なり、加速前とくらべると中心が下方に $\frac{Mg'}{k} - \frac{Mg}{k} = \frac{M\alpha}{k}$ だけずれる

(10) (サ)　(11) (イ)

(c) 元の振幅 A から振幅は $A + \frac{M\alpha}{k}$ に　$1 + \frac{M\alpha}{Ak}$ 倍になる

ばね振り子の周期は $2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$ で、重力加速度の影響を受けないので

(12) (ク)

(d)

それに対し、単振り子の周期は $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ であり、重力加速度の変化によって

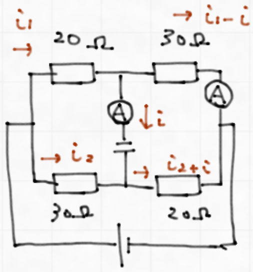
$2\pi\sqrt{\frac{l}{g+\alpha}}$ となり $\sqrt{\frac{g}{g+\alpha}}$ 倍になるので減少する

(13) (キ)

2

(i) (a) ホイートストンブリッジ回路の公式より $R_1 \times R_2 = R_3 \times R_4$　　$R_4 = \frac{R_1R_2}{R_3} = \frac{30\cdot30}{20} = \mathbf{45}$ Ω

(b) $R_1 + R_4 = 75\,\Omega$ だから A_2を流れる電流は $\frac{3}{75} = 0.04$ (A) = **40** mA



(c) $\begin{cases} 3 = 20i_1 + 30(i_1 - i) = 30i_2 + 20(i_2 + i) \\ 20i_1 = 30i_2 \end{cases}$

$$i_1 = \frac{3}{2}i_2$$

$$\cancel{30i_2} + 45i_2 - 30i = \cancel{30i_2} + 20i_2 + 20i$$

$$i = \frac{1}{2}i_2$$

$$3 = 60i_2 \qquad i_2 = \frac{1}{20},\ i_1 = \frac{3}{40},\ i = \frac{1}{40}$$

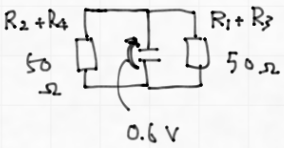
A_1の示す値は $\frac{1}{40}$ (A) = **25** mA

(1) コンデンサーに電荷がたくわえられると $i \to 0$ となるので グラフは **(ニ)**

(d) このとき $i_1 = \frac{3}{50} = 0.06$ (A)、$i_2 = \frac{3}{50} = 0.06$ (A) となっており、R4にかかる電圧は $20 \times 0.06 = 1.2$ (V)

R2にかかる電圧は $30 \times 0.06 = 1.8$ (V) となっているので、コンデンサーにかかる電圧は $1.8 - 1.2 = \mathbf{0.6}$ (V)

(e) $Q = 0.6 \times 100 \times 10^{-6} = \mathbf{6} \times 10^{-5}$ (F)



(f) S1を開いた直後、コンデンサーにかかる電圧は0.6 (V) だから、

$$\frac{0.6}{50} \times 2 = 0.024 = \mathbf{24}\ \text{mA}$$

(ii) (2) $\Phi = BS\cos\omega t$　　(2) **(ヒ)**

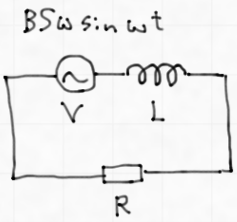
$$V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = BS\omega\sin\omega t$$

ここで $t \to +0$ のとき、磁束が減少していることから 磁束を増やすような磁場を作るような向きの電流を流そうとする起電力が発生するので、コイルに生じる誘導起電力は $BS\omega\sin\omega t$ となる　(3) **(ト)**

電流を I とすると

$I = \frac{V}{R} = \frac{BS\omega}{R}\sin\omega t$ だから最大値は $\frac{BS\omega}{R}$　実効値は $\frac{BS\omega}{R} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$　(4) **(ニ)**　(5) **(オ)**

VとIは同位相　(6) **(ア)**



抵抗の両端にかかる電圧 $V_R = IR = I_0R\sin(\omega t + \alpha)$　(7) **(フ)**

コイルの両端にかかる電圧 $V_L = -L\frac{dI}{dt} = -\omega LI_0\cos(\omega t + \alpha)$　(8) **(イ)**

$$BS\omega\sin\omega t - \omega LI_0\cos(\omega t + \alpha) = I_0R\sin(\omega t + \alpha)$$

$$BS\omega\sin\omega t = I_0\left(\omega L\cos(\omega t + \alpha) + R\sin(\omega t + \alpha)\right)$$

$$= I_0\sqrt{\omega^2L^2 + R^2}\ \sin(\omega t + \alpha + \beta) \qquad \left(\tan\beta = \frac{\omega L}{R}\right)$$

$$I_0 = \frac{BS\omega}{\sqrt{\omega^2L^2 + R^2}}$$　(9) **(サ)**　(10) **(ホ)**

$\alpha + \beta = 0$ より $\tan\alpha = \tan(-\beta) = -\frac{\omega L}{R}$　(11) **(ヤ)**

3

(i) (1) 実像 (2) 倒立像 (3) 倍率 (1) (ケ) (2) (カ) (3) (サ)

$$\frac{\overline{BB'}}{\overline{AA'}} = \frac{\overline{OB'}}{\overline{OA'}} = \frac{b}{a} \qquad \frac{\overline{BB'}}{\overline{PO}} = \frac{\overline{B'F}}{\overline{OF}} = \frac{b-f}{f} = \frac{b}{f} - 1$$

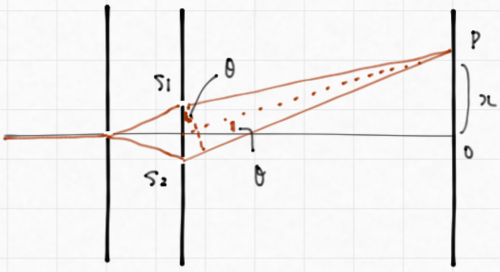
$\overline{AA'} = \overline{PO}$ だから両者は等しく $\dfrac{b}{a} = \dfrac{b}{f} - 1 \Leftrightarrow \dfrac{1}{a} + \dfrac{1}{b} = \dfrac{1}{f}$ (4) (テ) (5) (ニ) (6) (ム)

(ii) (a) ド=ブロイ波 (b) プランク定数

(c) $eV = \frac{1}{2}mv^2$ より $m^2v^2 = 2meV$ $\therefore p = \sqrt{2meV}$

(d) したがって $\lambda = \dfrac{h}{p} = \dfrac{h}{\sqrt{2meV}} = \dfrac{6.6 \times 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1.4 \times 10^{3}}} = \dfrac{6.6 \times 10^{-34}}{\sqrt{4.08 \times 10^{-46}}} = \dfrac{6.6 \times 10^{-34}}{2 \times 10^{-23}}$

$= 3.3 \times 10^{-11}$ (7) (カ)



(e) $S_2P - S_1P = d\sin\theta \fallingdotseq d\tan\theta \fallingdotseq d \times \dfrac{x}{l} = \dfrac{d}{l}x = n\lambda$

(f) $x = \dfrac{nl}{d}\lambda$

(g) $x_n - x_{n-1} = \dfrac{l}{d}\lambda$

(8) $\Delta x = \dfrac{l}{d} \times \dfrac{h}{\sqrt{2meV}}$ だから V を大きくすると Δx は小さくなる

(8) (セ)