

受験記号番号			

受験記号番号			

注意

1. 受験記号番号の欄(2か所)には, 受験票と同じ受験記号番号を正しく記入すること。
2. 解答は解答用紙の指定の箇所に記入すること。

R3 前期
理科(物理)①

1 (ここには①の解答を記入すること。)

問(1) (a) 考え方や計算の過程:

基準からの高さは $R(1 - \cos\theta)$ である。

$$\text{結果: } U = mgR(1 - \cos\theta)$$

(b) 考え方や計算の過程:

力学的エネルギー保存則より,
 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgR(1 - \cos\theta)$
 これを v について解く。

$$\text{結果: } v = \sqrt{v_0^2 - 2gR(1 - \cos\theta)}$$

(c) 考え方や計算の過程:

$\theta = \pi$ における速さを v_2 とすると, 力学的エネルギー保存則
 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mg \cdot 2R$ より, $v_2 = \sqrt{v_0^2 - 4gR}$
 $v_2 > 0$ であるから $\theta = \pi$ を超えるので, $\sqrt{v_0^2 - 4gR} > 0$
 よって, $v_0 > 2\sqrt{gR}$

$$\text{結果: } v_1 = 2\sqrt{gR}$$

問(2) (a) 考え方や計算の過程:

角度 θ における遠心力の大きさは $m \cdot R \sin\theta \cdot \omega^2$ である。
 よって, $F = -mg \sin\theta + (m \cdot R \sin\theta \cdot \omega^2) \cos\theta$

$$-mg \sin\theta + mR\omega^2 \sin\theta \cos\theta$$

結果: $F =$

I 採点欄

I 採点欄

(裏面に続く。)

この欄には記入しないこと

1 (表より続く。)

問(2)(b) 考え方や計算の過程:

$|\theta|$ が十分に小さいとき, $F = -mg\theta + mR\omega^2\theta = -m(g - R\omega^2)\theta$
 点Pへ向かう復元力となるとき, $-m(g - R\omega^2) < 0 \neq 1,$
 $g - R\omega^2 > 0$ よって, $\omega < \sqrt{\frac{g}{R}}$

結果: $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{R}}$

(c) 考え方や計算の過程:

角度 θ における小球の接線方向の加速度を a とする。運動方程式
 $ma = F$ より, $ma = -m(g - R\omega^2)\theta = -m(g - R\omega^2) \cdot \frac{x}{R}$
 角振動数を Ω とすると, $a = -\Omega^2 x$ であるから, $\Omega = \sqrt{\frac{g - R\omega^2}{R}}$

これを $T = \frac{2\pi}{\Omega}$ に代入する。

結果: $T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g - R\omega^2}}$

問(3)(a) 考え方や計算の過程:

問(2)(a)の結果について, $\theta = \theta_0 \tau$ $F = 0$ として,
 $0 = -mg \sin \theta_0 + mR\omega^2 \sin \theta_0 \cos \theta_0$
 これを ω について解く。

結果: $\omega = \sqrt{\frac{g}{R \cos \theta_0}}$

(b)

記号:

(う)

理由:

小球には $\theta = \theta_0$ に向かう復元力がはたらくので,
 $\theta = 0$ を中心に振動することはない。

この欄には記入しないこと

この欄には記入しないこと

注意

1. 受験記号番号の欄(2か所)には、受験票と同じ受験記号番号を正しく記入すること。
2. 解答は解答用紙の指定の箇所に記入すること。

R3 前期
理科(物理)②

2 (ここには2の解答を記入すること。)

問(1)(a) 考え方や計算の過程:

一様電場と電位差の式 $V_0 = Ed_1$

運動方程式 $ma = qE$

2式をEとaについて解く。

結果: $E = \frac{V_0}{d_1}$ $a = \frac{qV_0}{md_1}$

(b) 考え方や計算の過程:

等加速度運動 $d_1 = \frac{1}{2}at_1^2$, $v_1^2 - 0^2 = 2ad_1$

上式へ問(1)(a)のaを代入する。

結果: $t_1 = d_1 \sqrt{\frac{2m}{qV_0}}$ $v_1 = \sqrt{\frac{2qV_0}{m}}$

(c) 考え方や計算の過程:

エネルギー保存則 $q \cdot nV_0 = \frac{1}{2}mv_n^2$

上式を v_1 について解き $\sqrt{\frac{2qV_0}{m}} = v_1$ を代入する。

結果: $v_n = \sqrt{n} v_1$

(d) 考え方や計算の過程:

D_{n-1} と D_n の間を通過するときの加速度a大きさを a_n とし

等加速度運動 $d_n = \sqrt{n-1} v_1 \cdot t_1 + \frac{1}{2} a_n t_1^2$

運動方程式 $ma_n = q \cdot \frac{V_0}{d_n}$

2式より a_n を消去し, 問(1)(b)の t_1 と v_1 を代入する。

$d_n > 0$ に注意して結果を得る。 結果: $d_n = (\sqrt{n-1} + \sqrt{n}) d_1$

この欄には記入しないこと

(裏面に続く。)

II 採点欄

II 採点欄

2 (表より続く。)

問(2) (a) 向き: (正) ・ 負

(b) 考え方や計算の過程:

エネルギー保存則 $\frac{1}{2}mU_0^2 + qV_0 = \frac{1}{2}mU_1^2$

円運動の加速度の大きさ $b_1 = \frac{U_1^2}{r}$

2式をUとb₁について解く。

結果: $u_1 = \sqrt{U_0^2 + \frac{2qV_0}{m}}$ $b_1 = \frac{1}{r} \left(U_0^2 + \frac{2qV_0}{m} \right)$

(c) 考え方や計算の過程:

N周目の速さをU_Nとして, エネルギー保存則 $\frac{1}{2}mU_0^2 + q \cdot N V_0 = \frac{1}{2}mU_N^2$

また, $T_N = \frac{2l + 2\pi r}{U_N}$

2式よりU_Nを消去する。

結果: $T_N = \frac{2(l + \pi r)}{\sqrt{U_0^2 + \frac{2NqV_0}{m}}}$

(d) 考え方や計算の過程:

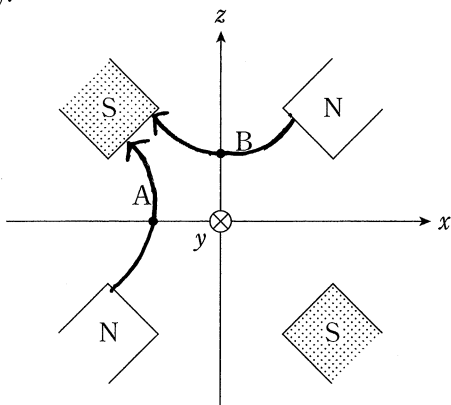
運動方程式 $m \frac{U_N^2}{r} = qU_N B_N$

上式へ問(2)(c)で用いたU_Nを代入する。

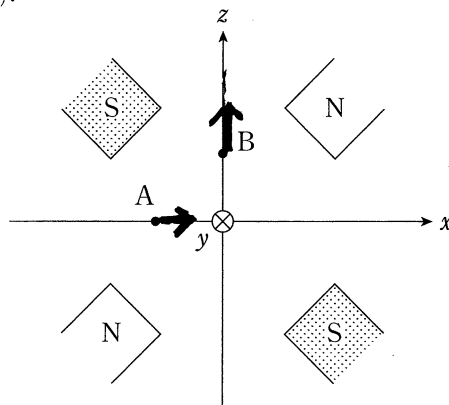
結果: $B_N = \frac{m}{qr} \sqrt{U_0^2 + \frac{2NqV_0}{m}}$

問(3)

(a):



(b):



(c) 記号:

(1)

この欄には記入しないこと

この欄には記入しないこと

注意

1. 受験記号番号の欄(2か所)には、受験票と同じ受験記号番号を正しく記入すること。
2. 解答は解答用紙の指定の箇所に記入すること。

3 (ここには3の解答を記入すること。)

問(1) (a) 考え方や計算の過程:

x が λ 変化すると位相が 2π 変化するので、

$$2\pi f \frac{\lambda}{v} = 2\pi$$

結果: $\lambda = \frac{v}{f}$

(b) 考え方や計算の過程:

$x = d$ で $F = -F_R$ より, $A \sin 2\pi f(t - \frac{d}{v}) = A \sin 2\pi f(t + \frac{d-a}{v})$

両辺の位相が等しいことから, $-\frac{2\pi f d}{v} = \frac{2\pi f(d-a)}{v}$

結果: $a = 2d$

(c) 考え方や計算の過程:

合成波の変位 F_s は, $F_s = F + F_R = A \sin 2\pi f(t - \frac{x}{v}) - A \sin 2\pi f(t + \frac{x-2d}{v})$

$$= 2A \sin \frac{2\pi f}{v}(d-x) \cos 2\pi f(t - \frac{d}{v})$$

-1と1の間を振動する項 $\cos 2\pi f(t - \frac{d}{v})$ の係数の絶対値が振幅になる。

結果: $A_s = 2A \left| \sin \frac{2\pi f}{v}(d-x) \right|$

(d) 考え方や計算の過程:

節の位置は $A_s = 0$ より,

$$\frac{2\pi f}{v}(d-x) = n\pi \quad (n \text{ は自然数}) \text{ なので, } x = d - \frac{n v}{2f}$$

$0 < x < d$ に節が存在する条件は, $d - \frac{v}{2f} > 0$

結果: $d > \frac{v}{2f}$

問(2) (a) 考え方や計算の過程:

観測者 P の変位は $u \Delta t$ である。

結果: $x = x_0 + u \Delta t$

Ⅲ 採点欄

Ⅲ 採点欄

(裏面に続く。)

この欄には記入しないこと

3 (表より続く。)

問(2) (b) 考え方や計算の過程:

F の式で $t = t_0 + \Delta t$, $x = x_0 + u\Delta t$ とする。

$$\text{結果: } F' = A \sin \left\{ 2\pi f \left(t_0 + \Delta t - \frac{x_0 + u\Delta t}{V} \right) \right\}$$

(c) 考え方や計算の過程:

問(2)(b)の結果を変形して, $F' = A \sin 2\pi f \left\{ \left(1 - \frac{u}{V}\right) \Delta t + t_0 - \frac{x_0}{V} \right\}$
経過時間 Δt を変数と見なせば, その係数が $2\pi f'$ に等しいので,

$$2\pi f \left(1 - \frac{u}{V}\right) = 2\pi f' \quad \text{結果: } f' = \frac{V-u}{V} f$$

問(3) (a) 考え方や計算の過程:

余弦定理より, $r = \sqrt{r_0^2 + (u\Delta t)^2 - 2r_0u\Delta t \cos(\pi - \theta_0)}$
 $\doteq r_0 \sqrt{1 + \frac{2u\Delta t \cos\theta_0}{r_0}} \doteq r_0 \left(1 + \frac{u\Delta t \cos\theta_0}{r_0}\right)$

$$\text{結果: } r = r_0 + u\Delta t \cos\theta_0$$

(b) 考え方や計算の過程:

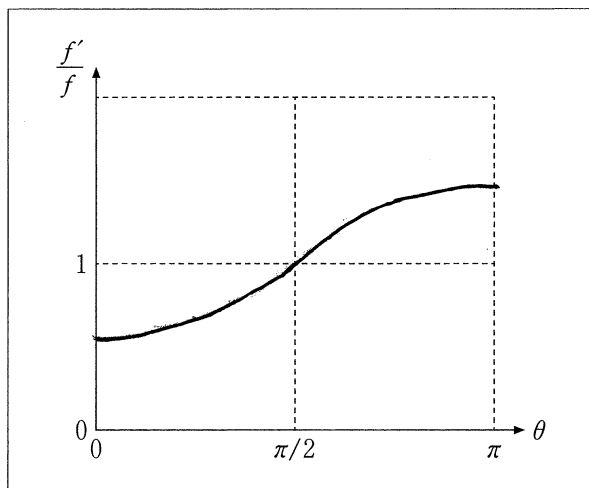
F_r の式で $t = t_0 + \Delta t$, $r = r_0 + u\Delta t \cos\theta_0$ とする。

$$\text{結果: } F_r' = A \sin 2\pi f \left(t_0 + \Delta t - \frac{r_0 + u\Delta t \cos\theta_0}{V} \right)$$

(c) 考え方や計算の過程:

問(3)(b)の結果で Δt の係数が $2\pi f'$ に等しい。なお θ_0 を θ と書き換える。

$$\text{結果: } f' = \frac{V - u \cos\theta}{V} f$$



この欄には記入しないこと

この欄には記入しないこと