

【共通事項】

1. 数学的に同値なものはすべて認め、減点はしない。
2. 問題文で指定した文字以外の文字を使用した解答、添え字の間違い、大文字と小文字の間違いについては不可とし、加点はしない。

1 [合計34点]

問(1) [10点]

(a) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

小物体Bの斜面方向に関する運動方程式の導出に2点。

結果 [3点]

a の結果に3点。

(b) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

等加速度直線運動の式の導出に2点。

結果 [3点]

$\sin\theta_0$ の結果に1点。

問(2) [10点]

(a) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

$\sin\theta_1$ の導出に2点。

結果 [3点]

$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_0}$ の結果に3点。

(b) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

$\cos\theta_1$ と t_0, t_1 の関係式の導出に1点。

θ_1 を消去して R, t_0, t_1 に関する方程式を導出して1点。

結果 [3点]

R の結果に3点。 $(\frac{gt_1^2}{4} \sqrt{4 - (\frac{t_1}{t_0})^4}$ 等でも可)

問(3) [14点]

(a) [4点]

記号 [1点]

(ア)に1点。

理由 [3点]

「箱A上の観測者から小物体Bを眺める」の要素に1点

「小物体Bは水平右向きの慣性力を受ける」の要素に1点

「斜面に沿った加速度が大きくなる」の要素に1点

(b) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

運動量保存則が成り立つことの説明もしくは式に1点。

質量 M, m と変位 $R\cos\theta_1, d$ の関係式の導出に1点。

結果 [3点]

d の結果に3点。

(c) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

動摩擦力が内力であることの説明に1点

運動量保存則が成り立つことの説明に1点。

結果 [3点]

$D = d$ の結果に3点。

2 [合計33点]

問(1) [7点]

(a) [4点]

考え方や計算の過程 [2点]

$\frac{R_1}{R} = \frac{R_2}{R_4}$ の導出に2点。

結果 [2点]

R_1 の結果に2点。

(b) [3点]

考え方や計算の過程 [2点]

「可変抵抗器3による電圧降下が増大し」の要素に1点。

「Aの電位が高くなる」の要素に1点。

結果 [1点]

(ア)に1点。

問(2) [13点]

(a) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

R_2 を含むキルヒホッフの第2法則に基づく関係式に1点。

R_4 を含むキルヒホッフの第2法則に基づく関係式に1点。

結果 [3点]

(ア)(イ)(ウ)の結果に各1点。

(b) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

R_w を含むキルヒホッフの第2法則に基づく関係式に1点。

整理前の関係式の導出に1点。

結果 [3点]

(エ)の結果に3点。

(c) [3点]

考え方や計算の過程 [1点]

問(2)(b)の(エ)=0の導出もしくは説明に1点。

結果 [2点]

条件式の結果に2点。

問(3) [13点]

(a) [4点]

考え方や計算の過程 [2点]

コンデンサー1に蓄えられる電気量の導出に1点。

可変コンデンサー3に蓄えられる電気量の導出に1点。

結果 [2点]

C_1 の結果に2点。

(b) [6点]

考え方や計算の過程 [3点]

コンデンサー1に蓄えられる電気量の導出に1点。

可変コンデンサー3に蓄えられる電気量の導出に1点。

コンデンサー5に蓄えられる電気量の導出に1点。

結果 [3点]

V_A の結果に 3点。

(c) [3点]

考え方や計算の過程 [2点]

「 V_B は可変コンデンサー3の電気容量に依らず一定」の説明に1点。

「 C' が C より大きいのであれば V_A は小さくなる」の説明に1点。

結果 [1点]

Bに1点。

3 [合計33点]

問(1) [24点]

(a) [5点]

考え方や計算の過程 [1点]

$$A(r) = \sqrt{\frac{E}{2\pi\epsilon}} r^{-\frac{1}{2}} \text{の導出に1点。}$$

結果 [4点]

(ア)(イ)(ウ)(エ)の結果に各1点。

(b) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

単位時間に単位長さを通過する波のエネルギーが $\epsilon\{A(r)\}^2$ で表せることを用いた,

次元解析の最初の立式に2点。($A(r) = \sqrt{\frac{E}{2\pi\epsilon}} r^{-\frac{1}{2}}$ を用いた次元解析でも可)

結果 [3点]

$[\epsilon]$ の結果に3点。

(c) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

$$\frac{A(r+\Delta r)}{A(r)} = \sqrt{\frac{r}{r+\Delta r}} = \alpha \text{の導出に2点。}$$

($r, \Delta r$ の大小関係が明らかにされていないので近似を用いた計算は不可)

結果 [3点]

$\frac{\Delta r}{r}$ の結果に3点。

(d) [4点]

考え方や計算の過程 [1点]

$$\frac{1}{0.99^2} - 1 = (1 - 0.01)^{-2} - 1 \cong \{1 - (-2) \times 0.01\} - 1 \text{の近似計算または説明に2点。}$$

(もしくは $\frac{1}{0.99^2} - 1$ の数値計算に2点。)

結果 [3点]

Δr の結果に3点。(0.02 mでも可。)

(e) [5点]

考え方や計算の過程 [2点]

$A(r) = \sqrt{\frac{E'}{4\pi\epsilon'}} r^{-1}$ の導出に2点。

結果 [3点]

$A(r)$ に比例する r の次数の結果に3点。

問(2) [9点]

(a) [4点]

考え方や計算の過程 [1点]

l の導出過程の式または説明に1点

結果 [3点]

l の結果に3点。($h - y + \sqrt{x^2 + (y - f)^2}$ でも可。)

(b) [5点]

考え方と計算の過程 [2点]

曲線 C の方程式の導出過程の式または説明に2点。

結果 [3点]

曲線 C の方程式の結果に3点。($x^2 = 4fy$ 等でも可。)