

情報科学部 A 方式

3 限 物 理 (60 分)

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 問題文は 2 ページから 12 ページまでとなっている。

解答上の注意

1. 問題文中のア, イ, ウ, … のそれぞれに当てはまるものを問題ごとの解答群から選び, マークシートの解答用紙の対応する欄にマークをして解答しなさい。なお, 以下に示す例の通りマークしなさい。例の通りになっていない場合は適切な採点ができないので注意すること。

例	解答欄	解答	記入の仕方
1.	$\boxed{\text{ア}}$ km/h	3 km/h	$\boxed{3}$ km/h
2.	$\boxed{\text{ア}} \times 10^{\boxed{\text{イ}}}$ kg	30 kg	$\boxed{3} \times 10^{\boxed{1}}$ kg
3.		3 kg	$\boxed{3} \times 10^{\boxed{0}}$ kg
4.		0	$\boxed{0} \times 10^{\boxed{0}}$ kg
5.	$\boxed{\text{ア}} \times 10^{\boxed{\text{イ}}}$ kg $\boxed{\text{ウ}}$ m $\boxed{\text{エ}}$ s $\boxed{\text{オ}}$	0.3 m/s	$\boxed{3} \times 10^{\boxed{-1}}$ kg $\boxed{0}$ m $\boxed{1}$ s $\boxed{-1}$
6.	$\boxed{\text{ア}} \sin \theta + \boxed{\text{イ}} \cos \theta$	$\sin \theta$	$\boxed{1} \sin \theta + \boxed{0} \cos \theta$
7.		$-\cos \theta$	$\boxed{0} \sin \theta + \boxed{-1} \cos \theta$
8.		0	$\boxed{0} \sin \theta + \boxed{0} \cos \theta$
9.	$\frac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イ}}}$	0	$\frac{\boxed{0}}{\boxed{1}}$
10.		$-\frac{1}{2}$	$\frac{\boxed{-1}}{\boxed{2}}$
11.		$\sin \theta$	$\frac{\boxed{\sin \theta}}{\boxed{1}}$

2. マークシート記入上の注意については, 問題冊子の裏表紙に記載してあるので, この問題冊子を裏返して読みなさい。ただし, 問題冊子を開かないこと。

〔 I 〕 以下の空欄に最も適切なものを解答群から選んで答えよ。解答は有効数字 1 桁とすること。必要に応じて四捨五入せよ。また次の概略値を用いてよい。

$$\sqrt{2} = 1.414 \quad \sqrt{3} = 1.732 \quad \sqrt{5} = 2.236 \quad \sqrt{7} = 2.646$$

- (1) 地点 A から真北に 2.0 km 移動し、つぎに真北から東に 60° の方向へ 4.0 km 移動して B 地点に到達した。ベクトル \overrightarrow{AB} の大きさは

$$|\overrightarrow{AB}| = \boxed{\text{ア}} \times 10^{\boxed{\text{イ}}} \text{ km}$$

また、ベクトル \overrightarrow{AB} が真北の方向となす角を φ とすると

$$\tan \varphi = \boxed{\text{ウ}} \times 10^{\boxed{\text{エ}}}$$

である。

- (2) xy 平面上を運動する物体 A と B があり、A は x 軸上を正方向に、B は y 軸上を正方向に、ともに速さ v で運動して原点で衝突する。A の質量 m_A と B の質量 m_B には $m_A = 4m_B = m$ の関係がある。このとき、A と B の重心が動く速度は

$$\vec{V} = \left(\left(\boxed{\text{オ}} \times 10^{\boxed{\text{カ}}} \right) \times v, \left(\boxed{\text{キ}} \times 10^{\boxed{\text{ク}}} \right) \times v \right)$$

である。

A と B は衝突で一体となって離れることなく運動を続けた。その速度は衝突前の重心の速度と同じだった。静止している人から見たとき、衝突する前と後の運動エネルギーをそれぞれ E_1 , E_2 とすると

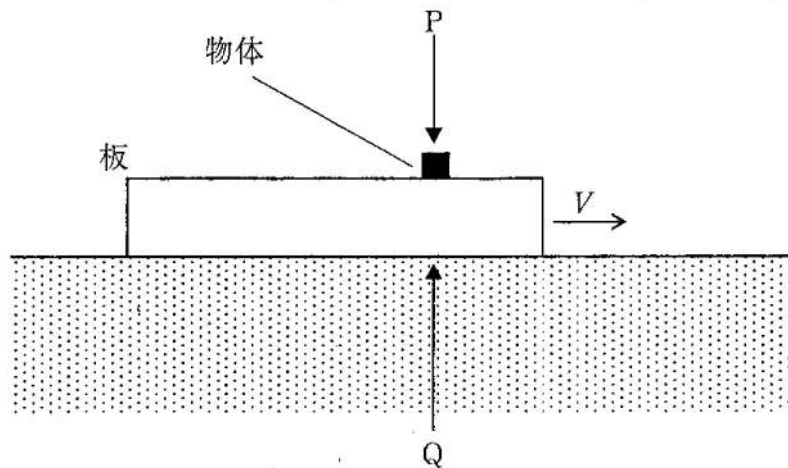
$$E_2 - E_1 = \left(\boxed{\text{ケ}} \times 10^{\boxed{\text{コ}}} \right) \times mv^2$$

である。

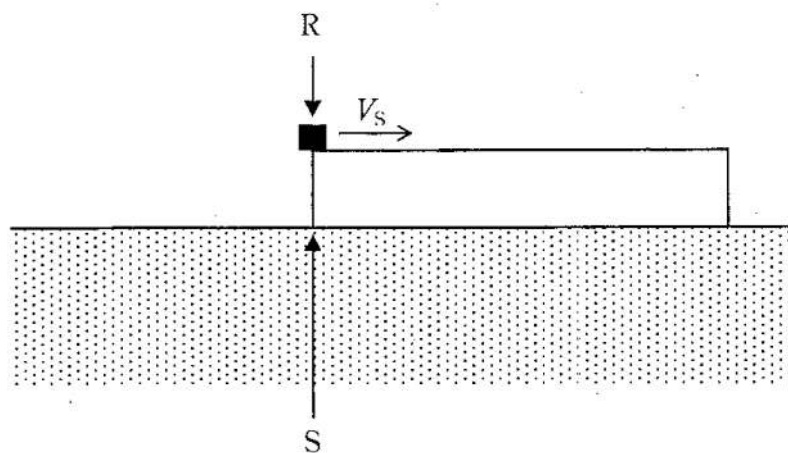
ア ~ コ の解答群

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⑩ 0
⑪ -1	⑫ -2	⑬ -3	⑭ -4	⑮ -5
⑯ -6	⑰ -7	⑱ -8	⑲ -9	

- 〔Ⅱ〕 直線上を一定の速度 $V = 1.0 \text{ m/s}$ (右向きを正とする) で水平な床の上を走りつづける板の上に、質量 $m = 0.30 \text{ kg}$ の物体を垂直に落とした。図Ⅱ-1に示すように、物体が着地した板の上の位置をPとし、その直下の床面の位置をQとする。物体は、跳ね上がることなく、着地すると同時に板との動摩擦力により運動を始め、図Ⅱ-2に示すように板の後端Rまで到達して板から落ちた。このときのRの直下の床面の位置をSとする。物体が板の上にあるときも板の速度は V に保たれている。床面に立って測定すると、板から落ちる直前の物体の速度は $V_s = 0.50 \text{ m/s}$ であった。動摩擦力の大きさは常に一定で $F = 0.15 \text{ N}$ であった。解答は四捨五入により有効数字1桁で答えよ。



図Ⅱ-1



図Ⅱ-2

(1) 力の単位 N (ニュートン) は

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \text{ ア } \text{ m} \text{ イ } \text{ s} \text{ ウ}$$

エネルギーの単位 J (ジュール) は

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \text{ エ } \text{ m} \text{ オ } \text{ s} \text{ カ}$$

である。

(2) 板とともに動く人が見たとき、点 P における物体の速度 u_P は、符号まで含めると

$$u_P = \text{キ} \times 10 \text{ ク } \text{ m/s}$$

点 R における速度 u_R と加速度 a は符号まで含めると

$$u_R = \text{ケ} \times 10 \text{ コ } \text{ m/s}$$

と

$$a = \text{サ} \times 10 \text{ シ } \text{ m/s}^2$$

である。また物体が点 P から R まで移動する間の時間 T は

$$T = \text{ス} \times 10 \text{ セ } \text{ s}$$

この間に動摩擦力が物体にした仕事 W_{PR} は符号まで含めて

$$W_{PR} = \text{ソ} \times 10 \text{ タ } \text{ J}$$

である。

(3) 床面に立つ人が見ると、物体が点 Q から S まで移動する間に、同じ動摩擦力が物体にした仕事 W_{QS} は符号まで含めて

$$W_{QS} = \text{チ} \times 10 \text{ ツ } \text{ J}$$

である。

ア ~ ツ の解答群

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⑩ 0
⑪ -1	⑫ -2	⑬ -3	⑭ -4	⑮ -5
⑯ -6	⑰ -7	⑱ -8	⑲ -9	

(計 算 用 紙)

〔Ⅲ〕 図Ⅲ-1と図Ⅲ-2は、 x 軸上を運動する物体の時刻 t における速度 $v(t)$ のグラフである。このとき位置 $x(t)$ は

$$x(t) = \int_0^t v(t) dt$$

となる。ここで $x(0) = 0$ とした。また加速度 $a(t)$ は

$$a(t) = \frac{d}{dt} v(t)$$

となる。以下の空欄に最も適切なものを解答群から選んで答えよ。

(1) $v(t) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \beta\right)$ のグラフを図Ⅲ-1に示す。

定数 $A(A > 0)$, $T(T > 0)$, $\beta(-\pi < \beta \leq \pi)$ の値をグラフから読みとると

$$A = \boxed{\text{ア}} \text{ m/s}, T = \boxed{\text{イ}} \text{ s}, \beta = \frac{\boxed{\text{ウ}}}{\boxed{\text{エ}}} \times \pi$$

である。

与えられた条件 $x(0) = 0$ のもとで、 $-\pi < \gamma \leq \pi$, $-\pi < \delta \leq \pi$ として

$$x(t) = A \left(\frac{2\pi}{T}\right)^{\boxed{\text{オ}}} \left(\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \gamma\right) + \boxed{\text{カ}}\right), \gamma = \frac{\boxed{\text{キ}}}{\boxed{\text{ク}}} \times \pi$$

および

$$a(t) = A \left(\frac{2\pi}{T}\right)^{\boxed{\text{ケ}}} \left(\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \delta\right) + \boxed{\text{コ}}\right), \delta = \frac{\boxed{\text{サ}}}{\boxed{\text{シ}}} \times \pi$$

となる。

以下は有効数字1桁で答えよ。次の概略値を用いてよい。

$$\sqrt{2} = 1.414 \quad \sqrt{3} = 1.732 \quad \sqrt{5} = 2.236 \quad \sqrt{7} = 2.646$$

時刻 $t = \frac{T}{3}$ のときの速度 $v\left(\frac{T}{3}\right)$ は

$$v\left(\frac{T}{3}\right) = \boxed{\text{ス}} \times 10^{\boxed{\text{セ}}} \text{ m/s}$$

である。

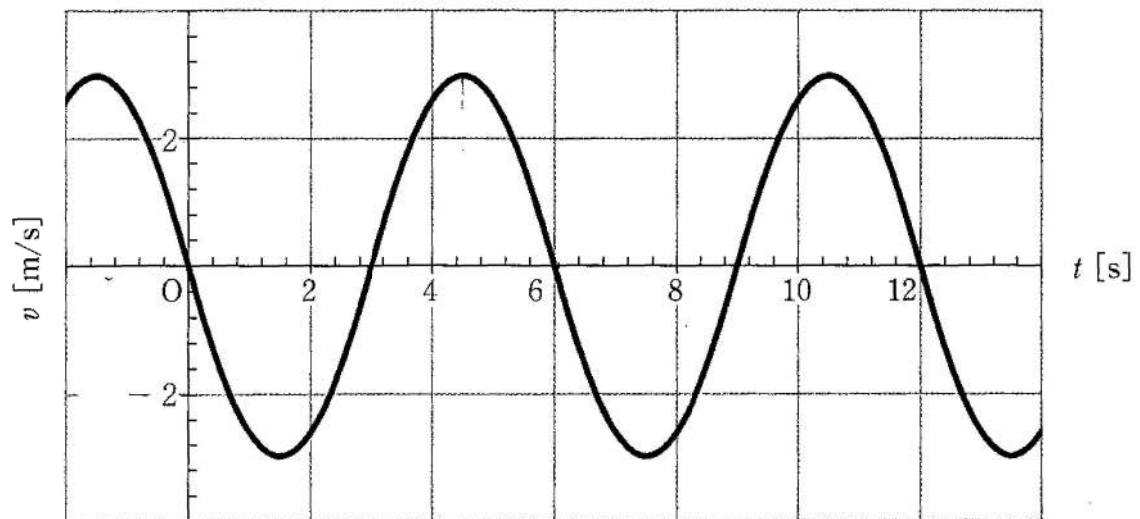


图 III - 1

(2) $v(t) = Be^{kt}$ のグラフを図Ⅲ-2に示す。

条件 $x(0) = 0$ のもとで時刻 t における物体の位置は

$$x(t) = B \times k^{\square\text{ソ}} \times \left(\square\text{タ} + e^{\square\text{チ} \times kt} \right)$$

また、加速度は

$$a(t) = B \times k^{\square\text{ツ}} \times \left(\square\text{テ} + e^{\square\text{ト} \times kt} \right)$$

である。

定数 B と k の値をグラフから読みとり、有効数字1桁で答えよ。次の概略値を使ってよい。

$$e = 2.718 \quad \log_e 2 = 0.693 \quad \log_e 3 = 1.098 \quad \log_e 5 = 1.609$$

$$B = \square\text{ナ} \times 10^{\square\text{ニ}} \text{ m/s}, \quad k = \square\text{ヌ} \times 10^{\square\text{ネ}} \text{ 1/s}$$

である。

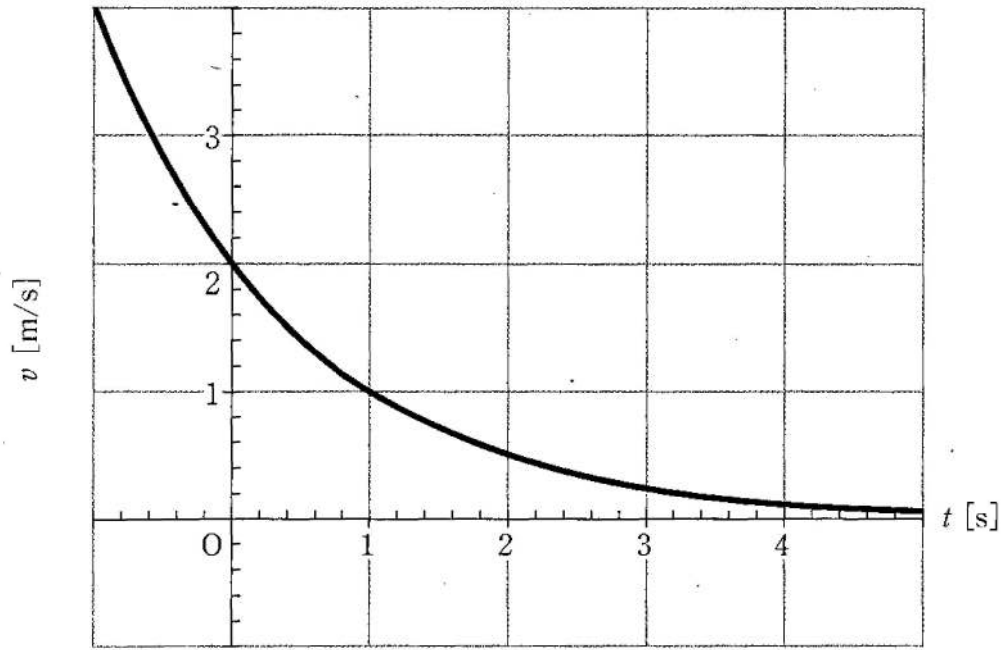


图 III - 2

ア ~ ネ の解答群

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⑩ 0
⑪ -1	⑫ -2	⑬ -3	⑭ -4	⑮ -5
⑯ -6	⑰ -7	⑱ -8	⑲ -9	

(計 算 用 紙)

(計 算 用 紙)

(計 算 用 紙)

記入上の注意

マークシート解答は、鉛筆でマークしたものを機械が直接読みとって採点する。したがって解答はHBの黒鉛筆でマークすること(万年筆、ボールペン、シャープペンシルなどを使用しないこと)。

- ① 記入例 アの解答を3にマークする場合。

正しいマークの例

ア	0	1	2	●	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

悪いマークの例

ア	0	1	2	●		4	5	枠外にはみ出してマークしないこと。
ア	0	1	2	●	4	5	枠全体をマークするようにしなさい。	
ア	0	1	2	○	3	4	5	○でかこんでマークしないこと。
ア	0	1	2	✕	4	5	✕を書いてマークしないこと。	

- ② 解答を訂正する場合は、消しゴムでよく消してから、あらためてマークすること。
- ③ 解答用紙をよごしたり、折りまげたりしないこと。
- ④ 問題に指定された数よりも多くマークしないこと。