2013 年度入学試験問題

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 8 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.	$\boxed{ア}$ km/h	3 km/h	$\boxed{3}$ km/h
2.	$\boxed{ア} \times 10^{\boxed{イ}}$ kg	30 kg	$\boxed{3} \times 10^{\boxed{1}}$ kg
		3 kg	$\boxed{3} \times 10^{\boxed{0}}$ kg
		0	$\boxed{0} \times 10^{\boxed{0}}$ kg
3.	$\boxed{ア} \times 10^{\boxed{イ}}$ kg$^{\boxed{ウ}}$ m$^{\boxed{エ}}$ s$^{\boxed{オ}}$	0.3 m/s	$\boxed{3} \times 10^{\boxed{-1}}$ kg$^{\boxed{0}}$ m$^{\boxed{1}}$ s$^{\boxed{-1}}$
4.	$\boxed{ア} \sin\theta + \boxed{イ} \cos\theta$	$\sin\theta$	$\boxed{1} \sin\theta + \boxed{0} \cos\theta$
		$-\cos\theta$	$\boxed{0} \sin\theta + \boxed{-1} \cos\theta$
		0	$\boxed{0} \sin\theta + \boxed{0} \cos\theta$
5.	$\dfrac{\boxed{ア}}{\boxed{イ}}$	0	$\dfrac{\boxed{0}}{\boxed{1}}$
		$\sin\theta$	$\dfrac{\boxed{\sin\theta}}{\boxed{1}}$

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。

(1) 一定の加速度で x 軸上を運動する物体がある。

物体は時刻 $t=0$ に原点を速度0で出発する。$t=1\,\mathrm{s}$, $2\,\mathrm{s}$, … と1秒間隔で測定した位置は

$$x = 2\,\mathrm{m},\ 8\,\mathrm{m},\ 18\,\mathrm{m},\ 32\,\mathrm{m}\cdots$$

であった。加速度の大きさは

$$a = \boxed{\text{ア}}\ \mathrm{m/s^2}$$

である。また $t=2\,\mathrm{s}$ のとき速さは

$$v = \boxed{\text{イ}}\ \mathrm{m/s}$$

である。

(2) 図Ⅰは，直線上を運動する物体の速さが時間の経過とともに変化する様子を示す。$t=2\,\mathrm{s}$ における物体の速さ v と加速度の大きさ a をグラフから推定すると，

$$v = \boxed{\text{ウ}} \times 10^{\boxed{\text{エ}}}\ \mathrm{m/s}$$
$$a = \boxed{\text{オ}} \times 10^{\boxed{\text{カ}}}\ \mathrm{m/s^2}$$

である。また $t=0$ から $10\,\mathrm{s}$ の間に物体が移動した距離は

$$\Delta x = \boxed{\text{キ}} \times 10^{\boxed{\text{ク}}}\ \mathrm{m}$$

である。

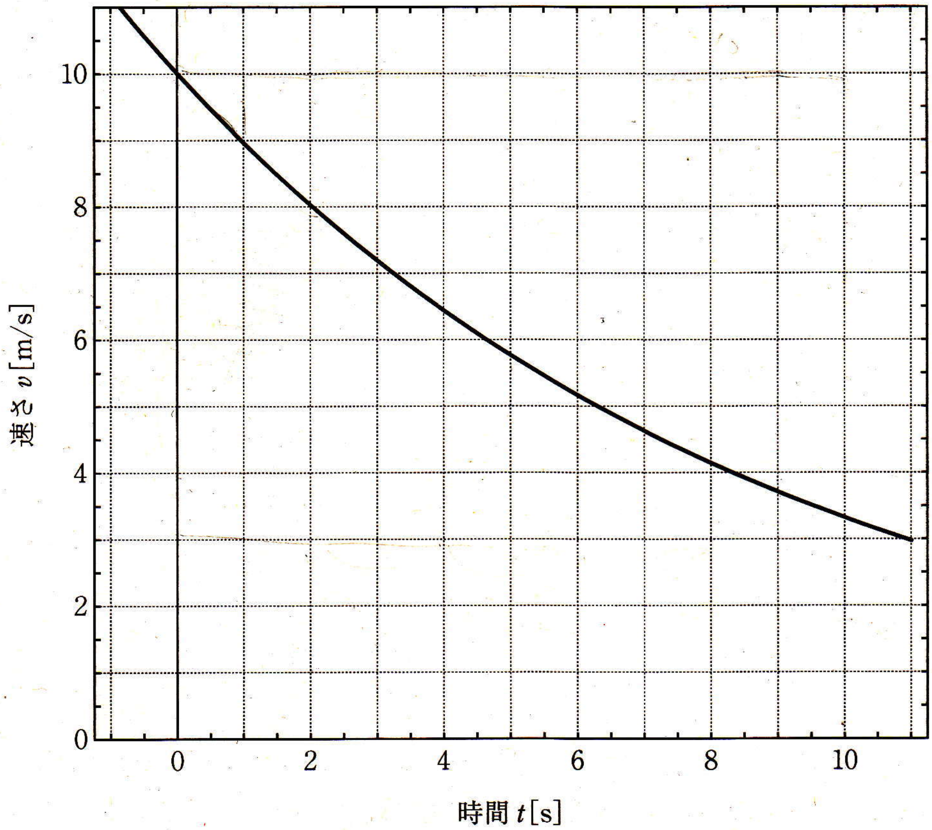
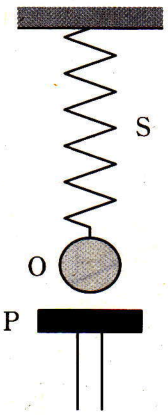


図 I

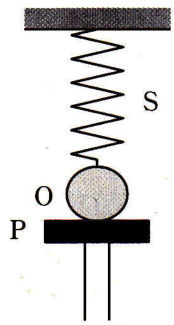
ア ～ **ク** の解答群

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〕 図Ⅱのように水平な台をもつピストンPの上に，天井から軽いばねSで質量 $m = 8.0\,\mathrm{kg}$ の物体Oをつるす。ばねSはフックの法則に従い，ばね定数は $k = 98\,\mathrm{N/m}$ である。



図Ⅱ－1



図Ⅱ－2

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。なお，重力加速度の大きさを $g = 9.8\,\mathrm{m/s^2}$ とし，解答の数値は有効数字2桁で計算した結果を四捨五入して答えよ。

(1) 図Ⅱ－1のように，OはPから離れて静止している。このとき，ばねSは自然長から

$$\varDelta L_1 = \boxed{ア} \times 10^{\boxed{イ}}\ \mathrm{m}$$

だけ伸びた状態にある。

(2) 図Ⅱ－2のように，ばねSが自然長から $\varDelta L_2 = 0.2\,\mathrm{m}$ だけ縮むまでPを上げた。このときPがOを押す力の大きさ F_2 は

$$F_2 = \boxed{ウ} \times 10^{\boxed{エ}}\ \mathrm{N}$$

である。ここで，力の単位Nは

$$1\,\mathrm{N} = 1\,\mathrm{kg}^{\boxed{オ}}\,\mathrm{m}^{\boxed{カ}}\,\mathrm{s}^{\boxed{キ}}$$

である。

(3) (1)から(2)の状態になるまでに，PがOにした仕事の大きさ W_P は

$$W_P = \boxed{ク} \times 10^{\boxed{ケ}}\ \text{J},$$

ばねSがOにした仕事の大きさ W_S は

$$W_S = \boxed{コ} \times 10^{\boxed{サ}}\ \text{J}$$

である。ここで，仕事の単位Jは

$$1\,\text{J} = 1\,\text{kg}^{\boxed{シ}}\,\text{m}^{\boxed{ス}}\,\text{s}^{\boxed{セ}}$$

である。

(4) (2)の状態から一定の加速度 a でPを下げるとき，Pが運動を始めると同時にOがPから離れた。加速度 a の大きさの最小値は

$$\boxed{ソ} \times 10^{\boxed{タ}}\ \text{m/s}^2$$

である。

(5) (4)において，PとOが離れた後，Oの運動を邪魔しないようにPを取り払うとOは振動運動をした。Oが最下点に来るとき，ばねSの自然長のときにくらべて

$$\Delta L_5 = \boxed{チ} \times 10^{\boxed{ツ}}\ \text{m}$$

だけ下がる。

$\boxed{ア}$ ～ $\boxed{ツ}$ の解答群

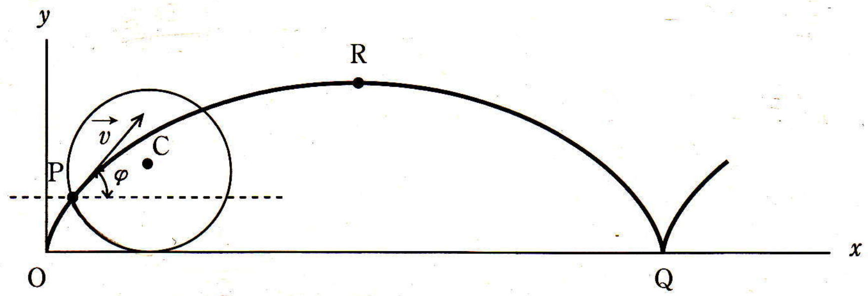
① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⑩ 0
⑪ −1	⑫ −2	⑬ −3	⑭ −4	⑮ −5
⑯ −6	⑰ −7	⑱ −8	⑲ −9	

〔Ⅲ〕 xy 平面上で円が x 軸上を滑らずに転がって進む。円の半径は a，1 回転に要する時間は T，回転の速さは常に一定である。このとき，時刻 t における円周上の点 P の座標 P(x, y) は

$$x(t) = a\left\{\frac{2\pi}{T}t - \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)\right\},\quad y(t) = a\left\{1 - \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)\right\}$$

となることが知られており，図Ⅲは P の軌跡を示す。

$a = 1\,\mathrm{m}$，$T = 10\,\mathrm{s}$ として，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。解答の数値が整数と異なる場合は四捨五入して有効数字 1 桁とする。



図Ⅲ

(1) $0 \leq t < T$ の範囲で，P が x 軸から最も遠く離れた位置 R に来る時刻は

$$t = \boxed{ア} \times 10^{\boxed{イ}}\ \mathrm{s}$$

である。

(2) ある時刻 t における P の速度ベクトル $\vec{v} = \left(\dfrac{dx}{dt}, \dfrac{dy}{dt}\right)$ が x 軸となす角を $\varphi(t)$ するとき

$$\tan\left(\varphi\left(\frac{T}{4}\right)\right) = \boxed{ウ} \times 10^{\boxed{エ}}$$

である。

(3) 円の中心 C が移動する速さは

$$V_0 = \pi \times \boxed{オ} \times 10^{\boxed{カ}}\ \mathrm{m/s}$$

である。

(4)　円周上の点Pがx軸に接した位置QでPの速さは

$$V_Q = \pi \times \boxed{キ} \times 10^{\boxed{ク}}\ \mathrm{m/s}$$

またPがx軸から最も離れた点Rを通過するときの速さは

$$V_R = \pi \times \boxed{ケ} \times 10^{\boxed{コ}}\ \mathrm{m/s}$$

である。

(5)　一周期の間にPが径路にそって動く距離は定積分

$L = \int_0^T \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}\, dt$ で与えられる。この積分の被積分関数は時間 t の関数であり

$$\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$$
$$= \frac{\pi a}{T}\left\{\boxed{サ} + \boxed{シ} \times \sin\left(\frac{\pi}{T}t\right) + \boxed{ス} \times \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) + \boxed{セ} \times \cos\left(\frac{\pi}{T}t\right) + \boxed{ソ} \times \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)\right\}$$

となる。

(6)　(5)の定積分を実行するための準備として，サイン関数の定積分を求めると

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\theta\, d\theta = \boxed{タ},\quad \int_0^{\pi} \sin\theta\, d\theta = \boxed{チ},$$
$$\int_0^{\frac{3\pi}{2}} \sin\theta\, d\theta = \boxed{ツ},\quad \int_0^{2\pi} \sin\theta\, d\theta = \boxed{テ}$$

となる。

(7)　(6)の結果を利用すると(5)の定積分の値は

$$L = \int_0^T \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}\, dt = \boxed{ト} \times a$$

となる。

$\boxed{ア}$ ～ $\boxed{ト}$ 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	