2015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7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.		3 kg	$\boxed{3} \times 10^{\boxed{0}}$ kg
4.		0	$\boxed{0} \times 10^{\boxed{0}}$ kg
5.	$\boxed{ア} \times 10^{\boxed{イ}}$ 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$^{\boxed{-1}}$
6.	$\boxed{ア}\sin\theta + \boxed{イ}\cos\theta$	$\sin\theta$	$\boxed{1}\sin\theta + \boxed{0}\cos\theta$
7.		$-\cos\theta$	$\boxed{0}\sin\theta + \boxed{-1}\cos\theta$
8.		0	$\boxed{0}\sin\theta + \boxed{0}\cos\theta$
9.	$\dfrac{\boxed{ア}}{\boxed{イ}}$ 既約分数の形にして解答すること	0	$\dfrac{\boxed{0}}{\boxed{1}}$
10.		$-\dfrac{1}{2}$	$\dfrac{\boxed{-1}}{\boxed{2}}$
11.		$\sin\theta$	$\dfrac{\boxed{\sin\theta}}{\boxed{1}}$

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値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。

$\sqrt{2} = 1.41$ $\sqrt{3} = 1.73$ $\sqrt{5} = 2.24$ $\sqrt{7} = 2.65$ $\pi = 3.14$ $\pi^2 = 9.87$

(1) 図Ｉ－１のように，点Ｏで結ばれた３本の糸をそれぞれ大きさ T_1，T_2，T_3 の力で引っ張ったときＯの位置は動かなかった。糸１と３のなす角が直角で $T_1 = 50\,\mathrm{N}$，$T_2 = 100\,\mathrm{N}$ のとき，T_3 の大きさは

$$T_3 = \boxed{ア} \times 10^{\boxed{イ}}\ \mathrm{N}$$

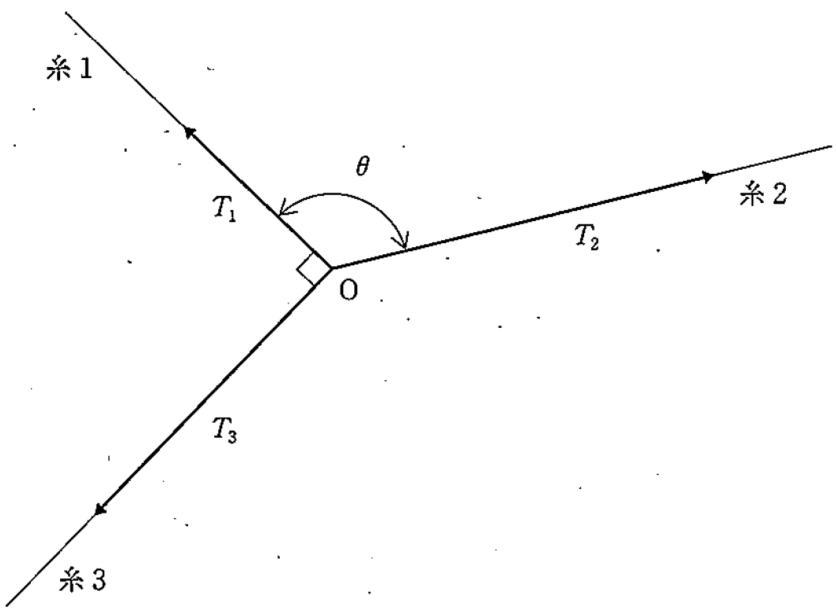
である。また糸１と２のなす角を θ とするとき

$$\cos\theta = \boxed{ウ} \times 10^{\boxed{エ}}$$

である。力の単位Ｎを kg，m，s で表すと

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

である。



図Ｉ－１

(2) 図Ⅰ－2のように回転軸をもつ水平な円板上の，中心から距離 $r = 0.50\,\mathrm{m}$ の位置に質量 $m = 2.0\,\mathrm{kg}$ の物体をおき，静止状態から円板の回転数を徐々に上げていったところ，回転の周期が $T = 10\,\mathrm{s}$ となったときに物体が滑り出した。滑り出す直前の角速度 ω は

$$\omega = \boxed{ク} \times 10^{\boxed{ケ}}\ \mathrm{rad/s}$$

であり，物体の速さ v は

$$v = \boxed{コ} \times 10^{\boxed{サ}}\ \mathrm{m/s}$$

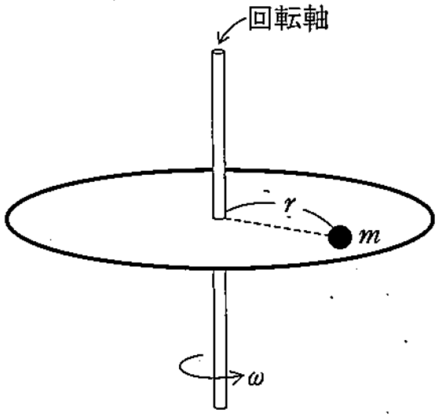
また物体の加速度の大きさ a は

$$a = \boxed{シ} \times 10^{\boxed{ス}}\ \mathrm{m/s^2}$$

である。円板と物体の間の最大静止摩擦力 R は

$$R = \boxed{セ} \times 10^{\boxed{ソ}}\ \mathrm{N}$$

である。

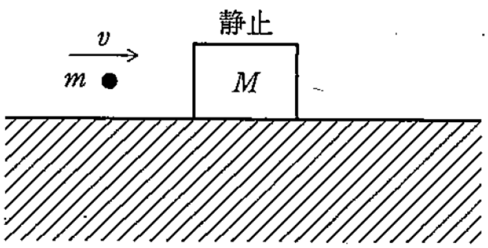


図Ⅰ－2

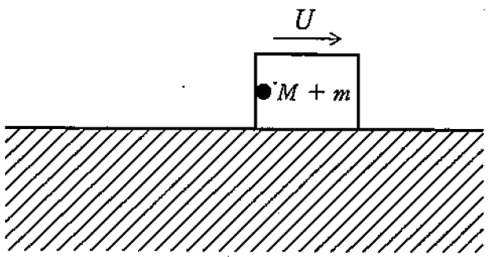
$\boxed{ア}$ ～ $\boxed{ソ}$ の解答群

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－1のように，水平な床面に質量 $M = 8.1 \times 10^{-1}$ kg の木片を静止させ，質量 $m = 4.0 \times 10^{-3}$ kg の弾丸を水平に速さ $v = 1.0 \times 10^{3}$ m/s で撃ち込んだ。木片と床面の間の摩擦は無視できる。弾丸は木片から一定の大きさ F の力を受け減速をつづけ，時間 $\varDelta t = 1.2 \times 10^{-3}$ s だけ経過した後に，図Ⅱ－2のように弾丸と木片が一体となり質量 $m + M$ の物体として速さ U で床面を運動し続けた。空欄に最も適切な値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。



図Ⅱ－1



図Ⅱ－2

(1) 運動量保存の法則から，物体の速さ U は

$$U = \boxed{ア} \times 10^{\boxed{イ}}\ \mathrm{m/s}$$

である。衝突直前から一体となって運動するまでに，弾丸の運動量の変化の大きさ $\varDelta P$ は

$$\varDelta P = \boxed{ウ} \times 10^{\boxed{エ}}\ \mathrm{kg\,m/s}$$

である。弾丸が木片から受けた力の大きさ F は

$$F = \boxed{オ} \times 10^{\boxed{カ}}\ \mathrm{N}$$

である。

(2)　この衝突で弾丸が失った運動エネルギー K_m は

$$K_m = \boxed{キ} \times 10^{\boxed{ク}}\ \mathrm{J}$$

となり，木片が得た運動エネルギー K_M は

$$K_M = \boxed{ケ} \times 10^{\boxed{コ}}\ \mathrm{J}$$

ここで，エネルギーの単位 J を kg，m，s で表すと

$$1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{kg}^{\boxed{サ}}\,\mathrm{m}^{\boxed{シ}}\,\mathrm{s}^{\boxed{ス}}$$

である。

(3)　木片が静止状態から速さ U の等速度運動を始めるまでに移動した距離 L は

$$L = \boxed{セ} \times 10^{\boxed{ソ}}\ \mathrm{m}$$

となる。

$\boxed{ア}$ ～ $\boxed{ソ}$ 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〕 以下の空欄に最も適切な値を解答群から選んで答えよ。

(1) 図Ⅲ－1のように，xy 平面上の円 $x^2+y^2=r^2$ の周囲を一定の速さ v で反時計まわりに回転する点Pがある。時刻 t におけるPの座標が $(x,\ y)$ のとき，円の中心OからPに向かうベクトル $\vec{r}$ は

$$\vec{r}=(x,\ y)$$

であるから，$\vec{r}$ と同じ方向で大きさが1のベクトル $\vec{n}$ は

$$\vec{n}=\frac{\vec{r}}{r}=\left(\frac{x}{r},\ \frac{y}{r}\right),\ ただし\ r=|\vec{r}|$$

であり，これを

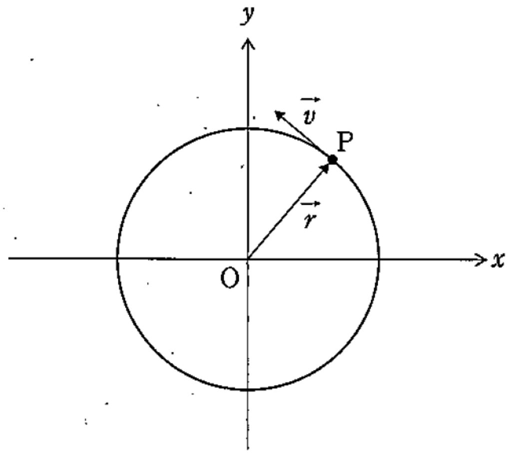
$$\vec{n}=r^{\boxed{-1}}v^{\boxed{0}}\left(\boxed{1}\,x^{\boxed{1}}y^{\boxed{0}},\ \boxed{1}\,x^{\boxed{0}}y^{\boxed{1}}\right)$$

と記すとき，Pの速度ベクトル $\vec{v}$ は

$$\vec{v}=r^{\boxed{ア}}v^{\boxed{イ}}\left(\boxed{ウ}\,x^{\boxed{エ}}y^{\boxed{オ}},\ \boxed{カ}\,x^{\boxed{キ}}y^{\boxed{ク}}\right)$$

となり，円運動の加速度ベクトル $\vec{a}$ は

$$\vec{a}=r^{\boxed{ケ}}v^{\boxed{コ}}\left(\boxed{サ}\,x^{\boxed{シ}}y^{\boxed{ス}},\ \boxed{セ}\,x^{\boxed{ソ}}y^{\boxed{タ}}\right)$$



図Ⅲ－1

(2) $f(x) = ax\sin(2\pi bx)$ とする。ただし $x \geqq 0$，また a，b は 0 ではない定数とする。

(i) $f(x)$ を x で 1 回微分すると

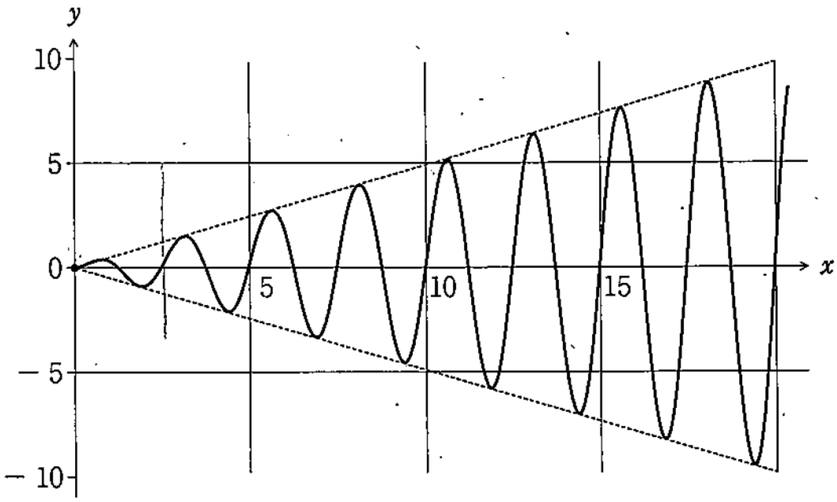
$$\frac{df}{dx} = a\left\{\boxed{チ}\,\pi^{\boxed{ツ}}\,b^{\boxed{テ}}\,x^{\boxed{ト}}\sin(2\pi bx) + \boxed{ナ}\,\pi^{\boxed{ニ}}\,b^{\boxed{ヌ}}\,x^{\boxed{ネ}}\cos(2\pi bx)\right\}$$

(ii) $a = 1$，$b = 1$ のとき

$$\int_0^1 f(x)\,dx = \int_0^1 x\sin(2\pi x)\,dx = \boxed{ノ}\,\pi^{\boxed{ハ}} \times 10^{\boxed{ヒ}}$$

(iii) $y = f(x)$ のグラフが図Ⅲ－2のように表されるとき，定数 a，b の値は

$$a = \frac{\boxed{フ}}{\boxed{ヘ}},\quad b = \frac{\boxed{ホ}}{\boxed{マ}}$$



図Ⅲ－2

$\boxed{ア}$ ～ $\boxed{マ}$ 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	