

模擬問題

情報科学部 A 方式物理

問題形式を「例」として掲載します。試験勉強の参考にしてください。なお、ここに掲載している問題はあくまで参考です。同じ問題が出題されることはありませんのでご注意ください。

〈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 6 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 1 つずつ選び、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.		20 m/s	<input type="text" value="2"/> × 10 ^{<input type="text" value="01"/>} m/s
2.	<input type="text" value="ア"/> × 10 ^{<input type="text" value="イウ"/>} <input type="text" value="あ"/>	2 m/s	<input type="text" value="2"/> × 10 ^{<input type="text" value="00"/>} m/s
3.		0.2 m/s	<input type="text" value="2"/> × 10 ^{<input type="text" value="-1"/>} m/s
4.	有効数字 1 桁の場合	20 m/s	<input type="text" value="02"/> × 10 ^{<input type="text" value="01"/>} m/s
5.	<input type="text" value="アイ"/> × 10 ^{<input type="text" value="ウエ"/>} <input type="text" value="あ"/>	-20 m/s	<input type="text" value="-2"/> × 10 ^{<input type="text" value="01"/>} m/s
6.		$\sin \theta$	<input type="text" value="1"/> $\sin \theta$ + <input type="text" value="0"/> $\cos \theta$
7.	<input type="text" value="ア"/> $\sin \theta$ + <input type="text" value="イ"/> $\cos \theta$	$-\cos \theta$	<input type="text" value="0"/> $\sin \theta$ + <input type="text" value="-1"/> $\cos \theta$

[I] 以下の空欄にもっとも適切な選択肢を選んで答えよ。解答の数値は有効数字1桁とする。円周率は $\pi = 3.14$ とせよ。

(1) 図のように水平な床面上の x 軸に沿って質量 $M = 3 \text{ kg}$ の板を置いた。板の左端 A が原点に、右端 B が $x = 10 \text{ m}$ の位置にある。板の重心は A と B の中点に一致する。板と床面の摩擦は無視できる。板の左端 A に模型の自動車を静かに置いた。この自動車の質量は $m = 2 \text{ kg}$ で大きさは無視できる。



自動車のモーターを動かして右端 B まで移動させたところ板は動いたが、自動車と板をあわせた全体の重心の位置 X は動かなかった。

$$X = \boxed{\text{アイ}} \times 10^{\boxed{\text{ウエ}}} \text{ m}$$

である。自動車が右端 B に到達したとき、板の左端 A の位置 x_A は

$$x_A = \boxed{\text{オカ}} \times 10^{\boxed{\text{キク}}} \text{ m}$$

である。床面に立つ観測者から見て、自動車の速度が $v = 6 \text{ m/s}$ (右向きを正とする) のとき、板の速度 V は

$$V = \boxed{\text{ケコ}} \times 10^{\boxed{\text{サシ}}} \text{ m/s}$$

である。板と同じ速度で移動する観測者から見て、自動車の速度は

$$v' = \boxed{\text{スセ}} \times 10^{\boxed{\text{ソタ}}} \text{ m/s}$$

となる。

(2) 1 周 400 m の円軌道上を質量 $m = 20 \text{ kg}$ の物体が時速 72 km の速さで等速円運動をしている。速さの単位を m/s とするとき、物体の速さ v は

$$v = \boxed{\text{チ}} \times 10^{\boxed{\text{ツテ}}} \text{ m/s}$$

であり、円の中心からみた角速度の大きさ ω は

$$\omega = \boxed{\text{ト}} \times 10^{\boxed{\text{ナニ}}} \boxed{\text{あ}}$$

である。この物体の運動量の大きさ p は

$$p = \boxed{\text{ヌ}} \times 10^{\boxed{\text{ネノ}}} \boxed{\text{い}}$$

である。円軌道の半径を r とすると、物体の運動エネルギー E_K と r, m, ω の関係は C を比例定数として

$$E_K = C m^{\boxed{\text{ハ}}} r^{\boxed{\text{ヘ}}} \omega^{\boxed{\text{フ}}}$$

となる。

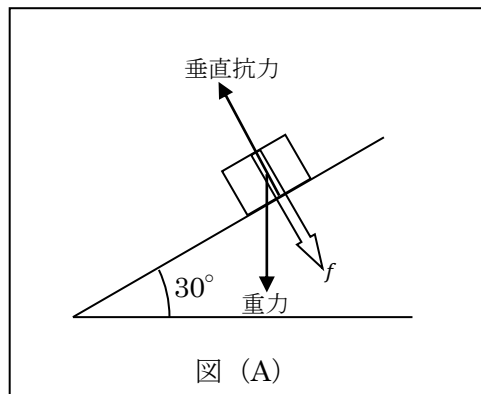
ア～フの解答群

- ⑩ 0 ⑪ 1 ⑫ 2 ⑬ 3 ⑭ 4 ⑮ 5 ⑯ 6 ⑰ 7 ⑱ 8 ⑲ 9
⑳ -

あ～いの解答群

- ① kg m/s^2 ② $\text{kg m}^2/\text{s}$ ③ kg m/s ④ $\text{kg m}^2/\text{s}^2$ ⑤ kg m s ⑥ kg m s^2
⑦ kg m ⑧ kg/m ⑨ kg/m^2 ⑩ kg s ⑪ kg/s ⑫ kg/s^2
⑬ $1/\text{s}$ ⑭ $1/\text{s}^2$ ⑮ m/s ⑯ s ⑰ s^2 ⑱ m/s^2

[II] 図(A)のように、水平から 30 度傾いた斜面上に、質量 $m = 6 \text{ kg}$ の物体を置く。物体には斜面と直交する向きに一定の大きさの力 $f = 10 \text{ N}$ を常に加える。物体には重力と斜面からの垂直抗力 N 、さらに斜面との静止摩擦力（図に記入していない）も加わり、静止している。図の矢印は力の向きを表すが大きさと比例していない。物体は大きさを無視できるほど小さいとする。



以下の空欄にもっとも適切な選択肢を選んで答えよ。重力加速度を $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とし、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.23$ 、 $\sqrt{7} = 2.65$ として計算せよ。解答の数値は有効数字 1 桁とする。

(1) 力の単位 N（ニュートン）は

$$1 \text{ N} = 1 \text{ [あ]}$$

である。

(2) 静止摩擦力の大きさ R_0 は

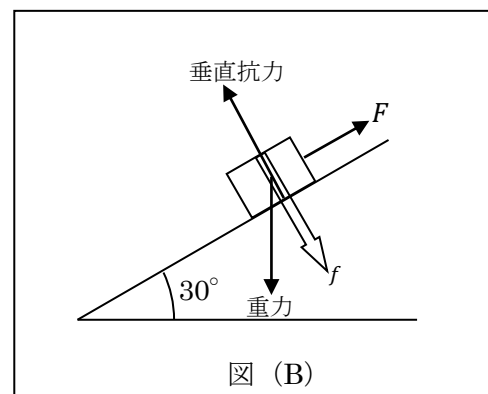
$$R_0 = \text{[ア]} \times 10^{\text{[イ]}} \text{ N}$$

であり、垂直抗力 N の大きさは

$$N = \text{[エ]} \times 10^{\text{[オカ]}} \text{ N}$$

である。

つぎに、図(B)のように、この物体に斜面方向の力 $F = 50 \text{ N}$ を加え引き上げたところ、斜面上を一定の加速度 $a = 2.1 \text{ m/s}^2$ で運動した。物体に加わる力 f は図(A)の場合と同じであり、斜面の間には一定の大きさの動摩擦力（図に記入していない）が働く。



(3) 動摩擦力の大きさ R は

$$R = \text{[キ]} \times 10^{\text{[クケ]}} \text{ N}$$

である。

(4) 仕事およびエネルギーの単位 J（ジュール）は

$$1 \text{ J} = 1 \text{ [い]}$$

である。

(5) 運動を開始した直後から斜面に沿って $L = 8 \text{ m}$ 進む間に、力 F が物体にした仕事の大きさ W_F は

$$W_F = \text{[コ]} \times 10^{\text{[サシ]}} \text{ J}$$

また、この間の物体の重力の位置エネルギーの増加 ΔV は

$$\Delta V = \boxed{\text{ス}} \times 10^{\boxed{\text{セソ}}} \text{ J}$$

であり運動エネルギーの増加 ΔE_K は

$$\Delta E_K = \boxed{\text{タ}} \times 10^{\boxed{\text{チツ}}} \text{ J}$$

となる。

$\boxed{\text{ア}} \sim \boxed{\text{ツ}}$ の解答群

- | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 0 | ② 1 | ③ 2 | ④ 3 | ⑤ 4 | ⑥ 5 | ⑦ 6 | ⑧ 7 | ⑨ 8 | ⑩ 9 |
| ⑪ - | | | | | | | | | |

$\boxed{\text{あ}} \sim \boxed{\text{い}}$ の解答群

- | | | | | | |
|---------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|
| ① kg m/s^2 | ② $\text{kg m}^2/\text{s}$ | ③ kg m/s | ④ $\text{kg m}^2/\text{s}^2$ | ⑤ kg m s | ⑥ kg m s^2 |
| ⑦ kg m | ⑧ kg/m | ⑨ kg/m^2 | ⑩ kg s | ⑪ kg/s | ⑫ kg/s^2 |
| ⑬ $1/\text{s}$ | ⑭ $1/\text{s}^2$ | ⑮ m/s | ⑯ s | ⑰ s^2 | ⑱ m/s^2 |

III 大きさが無視できる質量 m の物体 P が x 軸上を運動する。 P の座標は時刻 t の関数として

$$x(t) = A e^{-ct} \sin \omega t$$

であり、 $A(> 0)$ 、 $\omega(> 0)$ 、 $c(\geq 0)$ は定数である。以下の空欄にもっとも適切な選択肢を選んで答えよ。

(1) P の速度は

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = A e^{-ct} \times \left\{ \boxed{\text{ア}} \sin \omega t + \boxed{\text{イ}} \cos \omega t \right\}$$

であり、加速度は

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = A e^{-ct} \times \left\{ \boxed{\text{ウ}} \sin \omega t + \boxed{\text{エ}} \cos \omega t \right\}$$

である。

(2) $c = 0$ のとき P に加わる力 F_0 は

$$F_0(t) = \boxed{\text{オ}} m x(t)$$

となる。一方、 $c \neq 0$ のとき P に加わる力 F は、 $\sin \omega t$ と $\cos \omega t$ の係数をそれぞれ比較すると

$$F(t) = \boxed{\text{カ}} m x(t) + \boxed{\text{キ}} m v(t)$$

となる。

$\boxed{\text{ア}} \sim \boxed{\text{キ}}$ の解答群

① 0	② 1	③ 2	④ -1	⑤ -2	⑥ c	⑦ $-c$
⑧ $2c$	⑨ $-2c$	⑩ ω	⑪ $-\omega$	⑫ $\frac{c}{\omega}$	⑬ $-\frac{c}{\omega}$	⑭ $\frac{\omega}{c}$
⑮ $-\frac{\omega}{c}$	⑯ $c\omega$	⑰ $-c\omega$	⑱ $2c\omega$	⑲ $-2c\omega$	⑳ ω^2	㉑ $-\omega^2$
㉒ $c^2 - \omega^2$	㉓ $-c^2 + \omega^2$	㉔ $c^2 + \omega^2$	㉕ $-c^2 - \omega^2$			