

## 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 9 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。解答欄が分数の形のとき、答えが分数ならば既約分数にして、また整数ならば分母を 1 にして答えること。

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.	$\boxed{\text{ア}} \times 10^{\boxed{\text{イ}}}$ kg	3 kg	$\boxed{3} \times 10^{\boxed{0}}$ kg
4.	$\boxed{\text{ア}} \times 10^{\boxed{\text{イ}}} \text{ kg} \boxed{\text{ウ}} \text{ m} \boxed{\text{エ}} \text{ s} \boxed{\text{オ}}$	0.3 m/s	$\boxed{3} \times 10^{\boxed{-1}} \text{ kg} \boxed{0} \text{ m} \boxed{1} \text{ s} \boxed{-1}$
5.	$\boxed{\text{ア}} \sin \theta + \boxed{\text{イ}} \cos \theta$	$\sin \theta$	$\boxed{1} \sin \theta + \boxed{0} \cos \theta$
6.		$-\cos \theta$	$\boxed{0} \sin \theta + \boxed{-1} \cos \theta$
7.		0	$\boxed{0} \sin \theta + \boxed{0} \cos \theta$
8.	$\frac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イ}}} mg$	0	$\frac{\boxed{0}}{\boxed{1}} mg$
		$\sin \theta$	$\frac{\boxed{\sin \theta}}{\boxed{1}} mg$

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〕 以下の文章の空欄に最も適切なものを選択肢から選べ。解答は有効数字1桁とする。

対岸までの距離が300 m、速さが4 km/hで流れる川を舟が横断する。舟は静水に対して3 km/hで進む。

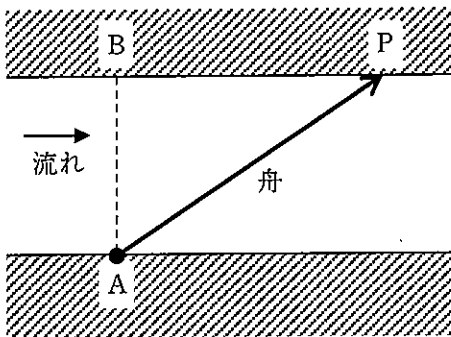


図 I - a

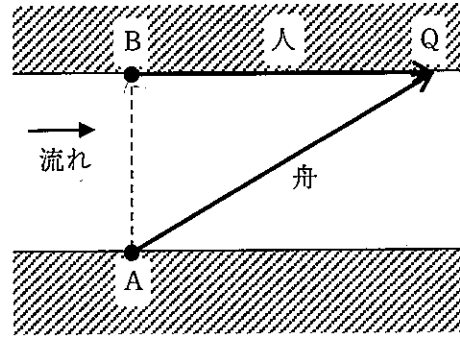


図 I - b

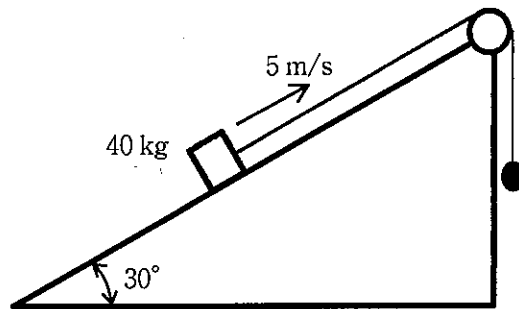
- (1) 図 I - a のように、舟は地点 A から P まで直線上を進む。地点 A のちょうど対岸の B から P までの距離は 400 m である。舟が川を渡りきるのに要する時間は  分である。また、地点 A で静止している人から見たとき舟の速さは  km/h である。
- (2) 図 I - b のように、舟と同時に地点 B を出発する人が川下に向かって川岸を移動し、舟と同時に地点 Q に到着する。舟の進行方向を変えると Q の位置が変わるが、どんな場合にも人の速さは  km/h 未満である。

ア ~ ウ の解答群

① 0	② 1	③ 2	④ 3	⑤ 4
⑥ 5	⑦ 6	⑧ 7	⑨ 8	⑩ 9

〔Ⅱ〕 以下の文章の空欄に最も適切なものを選択肢から選べ。解答は有効数字1桁とする。

図Ⅱのように、水平から $30^\circ$ 傾いた摩擦の無視できる斜面上に質量 $40\text{ kg}$ の物体をのせ、軽い糸をつけて斜面と平行な力を加えて引き上げる。物体の速さは $5\text{ m/s}$ で常に一定である。重力加速度の大きさは $g = 9.8\text{ m/s}^2$ とする。



図Ⅱ

(1) この物体の運動量の大きさは

$$\boxed{\text{ア}} \times 10^{\boxed{\text{イ}}} \text{ kg} \boxed{\text{ウ}} \text{ m} \boxed{\text{エ}} \text{ s} \boxed{\text{オ}}$$

また、糸が物体を引く力の大きさは

$$\boxed{\text{カ}} \times 10^{\boxed{\text{キ}}} \text{ kg} \boxed{\text{ク}} \text{ m} \boxed{\text{ケ}} \text{ s} \boxed{\text{コ}}$$

であり、この力が物体に与える仕事率は、符号まで考慮すると

$$\boxed{\text{サ}} \times 10^{\boxed{\text{シ}}} \text{ kg} \boxed{\text{ス}} \text{ m} \boxed{\text{セ}} \text{ s} \boxed{\text{ソ}}$$

である。

(2) この運動は、糸の端につけたおもりを、摩擦を無視できる滑車を介してつり下げることで実現された。おもりの質量は

$$\boxed{\text{タ}} \times 10^{\boxed{\text{チ}}} \text{ kg}$$

である。物体が斜面に沿って $10\text{ m}$ 移動する間に重力が物体にした仕事は、符号まで考慮すると

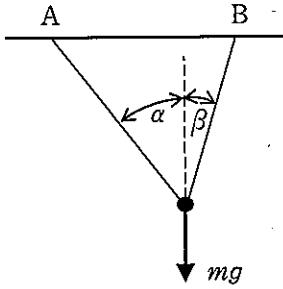
$$\boxed{\text{ツ}} \times 10^{\boxed{\text{テ}}} \text{ kg} \boxed{\text{ト}} \text{ m} \boxed{\text{ナ}} \text{ s} \boxed{\text{ニ}}$$

である。

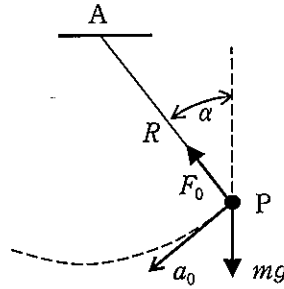
ア ~ ニ の解答群

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

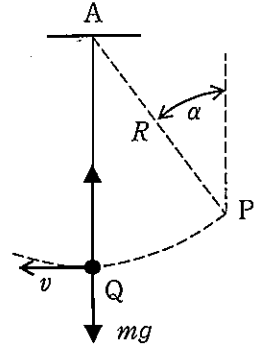
〔Ⅲ〕 図Ⅲ-1のように、水平な天井の2点AとBから軽い糸でつるされた質量  $m$  のおもりが静止している。重力加速度の大きさを  $g$  とし、おもりの大きさは無視する。A側の糸(糸Aと呼ぶ)は鉛直方向から角  $\alpha (> 0)$  だけ傾き、糸Bは  $\beta (> 0)$  だけ傾いている。空欄に最も適切なものを選択肢から選べ。



図Ⅲ-1



図Ⅲ-2



図Ⅲ-3

(1) 糸Aと糸Bの張力の大きさ  $T_A$  と  $T_B$  は、それぞれ

$$T_A = \frac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イ}}} mg, \quad T_B = \frac{\boxed{\text{ウ}}}{\boxed{\text{エ}}} mg$$

である。

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

① 0	② 1	③ 2	④ 3
⑤ $\sin \alpha$	⑥ $\cos \alpha$	⑦ $\sin \beta$	⑧ $\cos \beta$
⑨ $\sin(\alpha + \beta)$	⑩ $\cos(\alpha + \beta)$	⑪ $\sin \alpha + \sin \beta$	⑫ $\cos \alpha + \cos \beta$

つぎに、糸 B を切断すると、図Ⅲ-2 のようにおもりは糸の張力と重力により静止状態から振り子運動を開始する。その軌道は点 A を中心とし糸 A の長さ  $R$  を半径とする円の一部になる。

- (2) 糸 B を切断した直後、点 P において、おもりの速度は 0、加速度は円の接線方向を向く。このときの糸 A の張力の大きさ  $F_0$  は

$$F_0 = \left( \text{オ} \sin \alpha + \text{カ} \cos \alpha \right) mg$$

であり、おもりの加速度の大きさ  $a_0$  は

$$a_0 = \left( \text{キ} \sin \alpha + \text{ク} \cos \alpha \right) g$$

である。

その後、おもりは速さを増しながら図Ⅲ-3 の最下点 Q に向かって運動し、Q で最大の速さ  $v$  となり、つづいて減速を始める。

- (3) 点 Q において、おもりの速さが最大となることから、加速度の円の接線方向成分の大きさ  $a_t$  は

$$a_t = \left( \text{ケ} + \text{コ} \sin \alpha + \text{サ} \cos \alpha \right) g$$

である。

- (4) 点 Q におけるおもりの運動エネルギーは

$$\frac{1}{2} mv^2 = \left( \text{シ} + \text{ス} \sin \alpha + \text{セ} \cos \alpha \right) mgR$$

となる。

**オ** ~ **セ** の解答群

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

〔IV〕 鉛直に落下する物体の速度  $v$  が時間の関数として

$$v(t) = \frac{g}{k} (1 - e^{-kt})$$

であるという。座標軸は鉛直下向きにとる。ただし、 $e$  は自然対数の底、 $g$  は重力加速度の大きさ、 $k$  は定数である。以下の空欄に最も適切なものを選択肢から選べ。

(1) この物体の速度は  $t \rightarrow \infty$  の極限において

$$v_{\infty} = \boxed{\text{ア}}$$

である。

(2) 時刻  $t$  における加速度は

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \boxed{\text{イ}} + \boxed{\text{ウ}} e^{-kt} = \boxed{\text{エ}} + \boxed{\text{オ}} v$$

である。これより時刻  $t = 0$  において

$$a(0) = \boxed{\text{カ}}$$

となる。

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

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



(3) この物体が時刻0から $t$ までに落下した距離は

$$\int_0^t v(t') dt' = \frac{g}{k} \left( \boxed{\text{キ}} t + \boxed{\text{ク}} k^{\boxed{\text{ケ}}} + \boxed{\text{コ}} k^{\boxed{\text{カ}}} e^{-kt} \right)$$

である。

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

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

(計 算 用 紙)

(計 算 用 紙)

(計 算 用 紙)

(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		4	5	○でかこんでマークしないこと。
ア	0	1	2		4	5	X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。