# デジタルハリウッド大学 2020年度 一般入学試験 A 方式

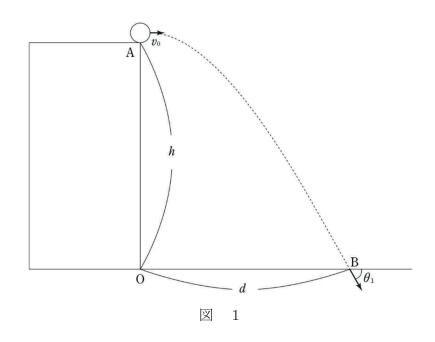
## 物理 [60分]

### 【注意事項】

- 1. 試験監督の指示があるまでは、問題冊子は開かないこと。
- 2. 試験監督から指示があったら、解答用紙に氏名・受験番号を正確に記入し、受験番号マーク欄にも受験番号を正確にマークすること。
- 3. 試験開始の合図後、この問題冊子を開き、20ページ(白紙ページ含む)揃っているか確認すること。
- 4. 乱丁、落丁、印刷不鮮明などがある場合は、手を挙げて試験監督に知らせること。
- 5. 解答は、すべて別紙の解答用紙の解答欄にマークすること。
- 6. 試験開始から終了までの間は、試験教室から退出できません。
- 7. 不正行為を行った場合は、その時点で受験の中止と退室を指示され、同日受験したすべての科目の成績が原則無効となる。
- 8. 解答用紙は試験終了後、回収される。問題冊子は持ち帰っても良い。

**第1問** 次の文章を読み、下の問い(問1~6)に答えよ。 [ 1 ~ 6 ]

図1のように、高さhの台の右端から大きさの無視できる質量mの小球を水平右向きに速さ $v_0$ で空中へ発射し、水平でなめらかな床の上に落下させた。台の右端を通る鉛直線と床の交点を点O、台の右端を点A、小球の落下点を点B、小球が床に達するまでの時間を $t_1$ 、OB 間の距離をd、床に衝突するときの小球の速度が床となす角を $\theta_1$ 、重力加速度の大きさをgとする。小球に働く空気抵抗は考えない。



問1  $t_1$ を表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 $t_1 = \boxed{1}$ 

- $2 \sqrt{gh}$
- $\sqrt{2gh}$

- $4 \sqrt{\frac{h}{2g}}$
- $\sqrt[3]{\frac{2h}{g}}$

- 問2  $d = \boxed{\mathbf{r}} \times t_1$  である。
  - ア に入れる式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 2
- ①  $\frac{1}{2}g$  ② g ③  $\frac{1}{2}v_0$

- 問3  $\tan \theta_1$  を表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  $\tan \theta_1 = \boxed{3}$

- 問4 小球が床に衝突する直前の運動エネルギーをEとすると,
  - $E = \frac{1}{2} m v_0^2 + \boxed{1} \quad \text{\refthat{$\sim$}} \quad$
  - **イ** に入れる式として正しいものを,次の①~⑥のうちから一つ選べ。 **4**

  - ①  $\frac{1}{2} mgt_1$  ②  $\frac{1}{2} mg^2t_1^2$  ③  $mgt_1$

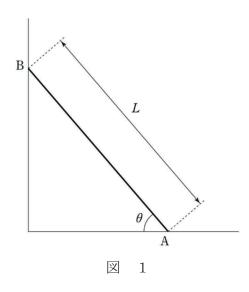
- (a)  $mg^2t_1^2$  (b)  $\frac{3}{2}mgt_1$  (c)  $\frac{3}{2}mg^2t_1^2$

次に、最初の小球を取り除き、大きさの無視できる質量Mの小球を台の右端に静止させた。この小球には重力の他に一定の大きさ $\alpha Mg$  ( $\alpha$ は正の定数)の力が常に水平右向きに働くものとする。小球を静かに放したところ、小球は空中へ飛び出し、床の上に落下した。小球が床に達するまでの時間を $t_2$ 、床に衝突するときの小球の速度が床となす角を $\theta_2$ とする。

- 問5 小球の運動に関する記述として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 5
  - ① 小球は直線軌道を描き、 $t_2 < t_1$ である。
  - ② 小球は直線軌道を描き、 $t_2 = t_1$ である。
  - ③ 小球は直線軌道を描き、 $t_2 > t_1$ である。
  - ④ 小球は放物線軌道を描き、 $t_2 < t_1$ である。
  - ⑤ 小球は放物線軌道を描き、 $t_2 = t_1$ である。
  - ⑥ 小球は放物線軌道を描き、 $t_2 > t_1$ である。
- 問 6  $\tan\theta_2$  を表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  $\tan\theta_2 = \boxed{6}$

#### **第2問** 次の文章を読み、下の問い(問1~6)に答えよ。 [ 7 ~ 12 ]

図1のように、長さL、質量Mの密度が一様ではない細い棒を、なめらかで鉛直な壁とあらい水平な床の間に立てかけた。棒と床の接点を点A、棒と壁の接点を点Bとし、棒の重心は点Aから棒に沿って距離xの位置にあるものとする。棒が床から受ける垂直抗力の大きさを $N_A$ 、棒が壁から受ける垂直抗力の大きさを $N_B$ 、棒と床の間の静止摩擦係数を $\mu$ 、棒と床がなす角e0、重力加速度の大きさをe2とする。以下では棒が滑り落ちる直前の状態を限界状態と呼ぶ。



棒が限界状態ではない状態で静止しているときについて考える。このときの棒が床から受ける静止摩擦力の大きさを $F_A$ とする。

問1  $N_A$ を表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

$$N_{\rm A} = \boxed{7}$$

- $\bigcirc$  0
- $\hat{2}$   $N_{\rm B}$
- $\mathfrak{I}$  Mg

- 4  $\mu Mg$
- $\bigcirc$   $\mu N_{\rm B}$
- 6  $Mg \sin\theta$

問2  $F_A$ を表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 $F_A = \boxed{8}$ 

- $N_{\rm A}$
- $2 N_{\rm B}$
- 3 Mg

- (4)  $\mu N_A$  (5)  $\mu N_B$  (6)  $(1+\mu)Mg$

問3 棒の重力の点A, 点Bのまわりの力のモーメントの大きさをそれぞれ $\tau_1$ ,  $\tau_2$ とすると,

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \boxed{P}$$
 である。

 $\mathbf{r}$  に入れる式として正しいものを、次の $\mathbf{0} \sim \mathbf{0}$ のうちから一つ選べ。  $\mathbf{9}$ 

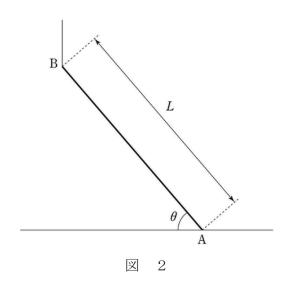
- ① 1 ②  $\sin\theta$  ③  $\cos\theta$

棒が限界状態のときを考える。

問4 このときの  $\tan\theta$  を表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

$$tan\theta = \boxed{10}$$

図1の棒を壁に立てかけるかわりに、棒の左端に質量が無視できる糸を取りつけ、糸が鉛 直方向になるように糸を引っ張り、図2のように棒を静止させた。このときの糸の張力の大 きさをT、棒が床から受ける垂直抗力の大きさを $N_A$ 、静止摩擦力の大きさを $F_A$ とする。



問5  $F_{A}$ 'を表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 $F_{A}$ ' = 11

- 3 Mg
- $4 \mu N_{\rm A}'$
- $\bigcirc$   $\mu Mg$   $\bigcirc$   $\bigcirc$   $Mg \sin\theta$

問6 Tを表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 $T = \boxed{12}$ 

#### **第3問** 次の文章を読み,下の問い(問1~5)に答えよ。 [ 13 ~ 17 ]

図1は、円筒を水平面上に固定したときの円筒の鉛直断面図であり、円筒面に沿って物体を運動させる。円筒の中心を点O、最下点を点A、最高点を点Bとする。円筒の内面と外面はともになめらかであり、円筒面は薄く、円筒の内面の半径と外面の半径はともにRである。重力加速度の大きさをgとする。すべての運動は図1の鉛直面内で行われる。

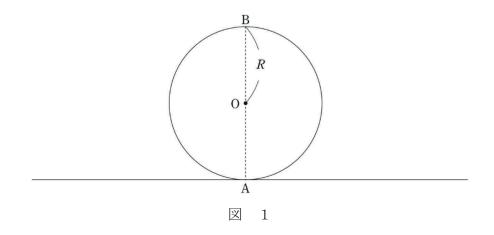
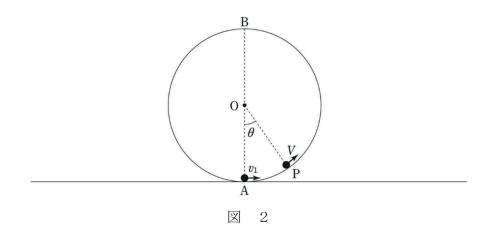


図 2 のように、質量 m の小物体 1 に点 Aで水平右向きの初速度 $v_1$ を与え、円筒の内面に沿って運動させた。小物体 1 が円周上の点 Pを通過するときの速さをV、加速度の大きさを a、 $\angle AOP$ を  $\theta$  、円筒の内面から受ける垂直抗力の大きさを  $N_P$ とする。



問1 Vを表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 $V = \boxed{13}$ 

$$v_1^2 - 2gR (1 - \sin\theta)$$

① 
$$\sqrt{v_1^2 - 2gR}$$
 ②  $\sqrt{v_1^2 - 2gR(1 - \sin\theta)}$  ③  $\sqrt{v_1^2 - 2gR(1 - \cos\theta)}$ 

$$\int v_1^2 + 2gR (1 - \sin\theta)$$

(a) 
$$\sqrt{v_1^2 + 2gR}$$
 (b)  $\sqrt{v_1^2 + 2gR (1 - \sin\theta)}$  (c)  $\sqrt{v_1^2 + 2gR (1 - \cos\theta)}$ 

問2 
$$N_{\rm P}=rac{mv_1^2}{R}+(\boxed{7}) imes mg$$
である。

**ア** に入れる式として正しいものを,次の①~⑥のうちから一つ選べ。 **14** 

- ①  $3 \sin \theta 2$  ②  $3 \sin \theta 1$  ③  $3 \sin \theta + 2$

- (4)  $3\cos\theta 2$  (5)  $3\cos\theta 1$  (6)  $3\cos\theta + 2$

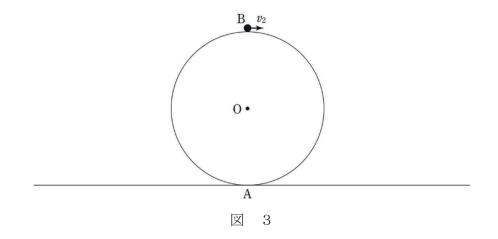
問3 aを表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。a = 15

- ① g ②  $g \sin \theta$  ③  $g \cos \theta$ ④  $\frac{V^2}{R}$  ⑤  $\sqrt{\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + (g \sin \theta)^2}$  ⑥  $\sqrt{\left(\frac{V^2}{R}\right)^2 + (g \cos \theta)^2}$

**問4** 小物体1が円筒の内面から離れることなく円運動するための $v_1$ の大きさの最小値 を $v_{\min}$ とすると、 $v_{\min}$ を表す式として正しいものを、次の $\bigcirc$ ~ $\bigcirc$ のうちから一つ選べ。  $v_{\min} = | 16 |$ 

- ①  $2\sqrt{gR}$  ②  $\sqrt{5gR}$  ③  $\sqrt{6gR}$

図3のように、質量mの小物体2に点Bで水平右向きの初速度 $v_2$ を与え、円筒の外面に沿っ て運動させた。



問5 小物体 2 に初速度を与えた直後に円筒の外面から離れないための $v_2$ の大きさの最大 値を $v_{\text{max}}$ とすると、 $v_{\text{max}}$ を表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  $v_{\rm max} = \mid 17 \mid$ 

#### **第4問** 次の文章を読み,下の問い(問1~5)に答えよ。[ 18 ~ 22 ]

図1に示すように、なめらかな水平面上を速さ $v_0$ で運動する質量mの小球Aが、静止している同じ質量mの小球Bに衝突した。衝突後の小球A、Bは、それぞれ速さ $v_A$ 、 $v_B$ で衝突前の小球Aと同じ向きに運動した。小球Aと小球Bの間の反発係数(はねかえり係数)をeとする。

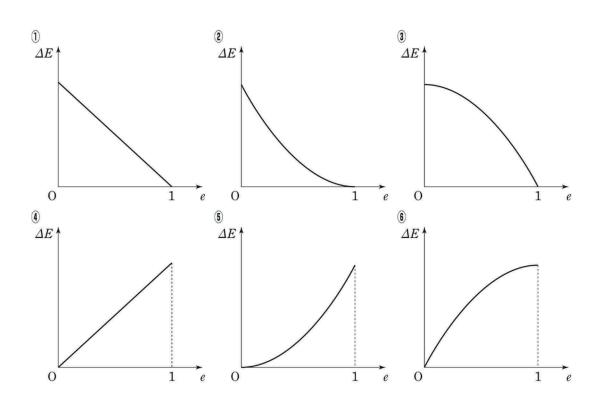


問1 
$$v_{\mathrm{A}} =$$
  $m{7} imes v_{\mathrm{0}}$ ,  $v_{\mathrm{B}} =$   $m{1} imes v_{\mathrm{0}}$ である。

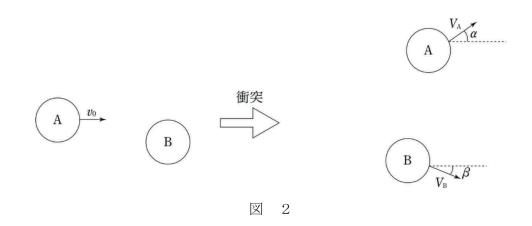
$$m{7}$$
 ,  $m{4}$  に入れる式の組合せとして正しいものを、次の①~ $m{9}$ のうちから一つ選べ。  $m{18}$ 

	ア	1
1	<u>e</u> 2	<u>e</u> 2
2	<u>e</u> 2	<u>1-e</u> 2
3	<u>e</u> 2	<u>1+e</u> 2
4	<u>1-e</u> 2	<u>e</u> 2
5	<u>1-e</u> 2	<u>1-e</u> 2
6	<u>1-e</u> 2	1+e 2
7	1+e 2	<u>e</u> 2
8	1+e 2	<u>1-e</u> 2
9	1+e 2	1+e 2

問2 衝突により失われた運動エネルギーを  $\Delta E$  とする。  $\Delta E$  を縦軸,反発係数 e を横軸として,  $\Delta E$  と e の関係を表すグラフの概形として最も適当なものを,次の①~⑥のうちから一つ選べ。 19



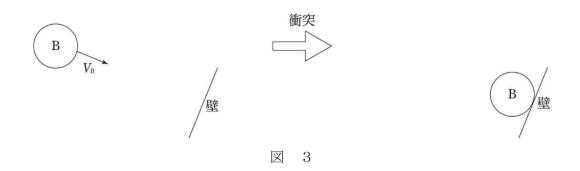
次に、図2のように、衝突前の小球Aの軌道を少しずらして、最初と同じ速さ $v_0$ で小球Bに衝突させた。衝突後の小球A、Bは、それぞれ速さ $V_A$ 、 $V_B$ で運動した。衝突後の小球A、Bの速度の向きが衝突前の小球Aの速度の向きとなす角をそれぞれ $\alpha$ 、 $\beta$ とする。



- 問3  $V_{\rm A}\cos\alpha + V_{\rm B}\cos\beta =$  ウ である。
  - **ウ** に入れる式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 20
  - 1 0
- $\hat{\mathbf{z}}$   $\mathbf{v}_0$
- $\Im v_0 \sin \alpha$

- $\circ$   $v_0 \tan \alpha$
- $6 2v_0$

小球Aと小球Bの衝突後、しばらくして、図3のように小球Bは固定された鉛直な壁に衝突し、はねかえることなく、その場で静止した。



**問4** 小球Bが壁との衝突により受けた力積の大きさをIとすると、Iを表す式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。I= 21

- ① 0 ②  $\frac{1}{2} mV_{\rm B}^2$  ③  $mV_{\rm B}^2$
- $\textcircled{4} \quad \frac{1}{2} \, mV_{\rm B} \qquad \qquad \textcircled{5} \quad mV_{\rm B} \qquad \qquad \textcircled{6} \quad 2mV_{\rm B}$

小球 Aと小球 Bの衝突後,しばらくして小球 Aは質量  $\frac{3}{4}m$  の物体 Cと質量  $\frac{1}{4}m$  の物体 Dに 分裂した。分裂後の物体 C, Dは分裂前の小球 Aと同じ向きに運動し,物体 Cの速さは物体 Dの速さより大きい。分裂後の物体 Cの速さを  $V_C$ ,物体 Cの物体 Dに対する相対速度の大きさを Uとする。

問5 
$$V_{\rm C} = V_{\rm A} + \boxed{\mathtt{I}} \times u$$
である。

- エ に入れる数として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 22