

試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

a

理科 ②

物理 化学
生物 地学

(各科目)
100点

注意事項

- 1 解答用紙に、正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。特に、解答用紙の解答科目欄にマークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	選択方法
物理	2～25	受検できる科目は、受検票に記載されているとおりです。
化学	省略	
生物	省略	
地学	省略	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、解答用紙の問題番号に対応した解答欄にマークしなさい。例えば、第2問の 1 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例1)のように問題番号 2 の解答番号1の解答欄の③にマークしなさい。

(例1)

2	解 答 欄											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	a	b
1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	Ⓐ	Ⓑ

また、「すべて選べ」と指示のある問いに対して、複数解答する場合は、同じ解答番号の解答欄に複数マークしなさい。例えば、第3問の 2 と表示のある問いに対して①、④と解答する場合は、次の(例2)のように問題番号 3 の解答番号2の解答欄の①、④にそれぞれマークしなさい。

(例2)

3	解 答 欄											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	a	b
2	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	Ⓐ	Ⓑ

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

物 理

第2問 次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 6] (配点 30)

A 図1のような, 底面に質量 m の物体が置かれている箱がある。この箱に鉛直方向の力を加えて, 箱を周期 T , 振幅 A で単振動させた。このとき, 物体は箱の底面から離れることなく箱といっしょに単振動した。

鉛直上向きに y 軸をとると, 物体の位置の時間変化は図2ようになった。物体の大きさは十分小さく, 重力加速度の大きさを g とする。

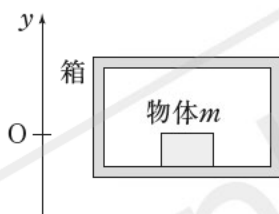


図 1

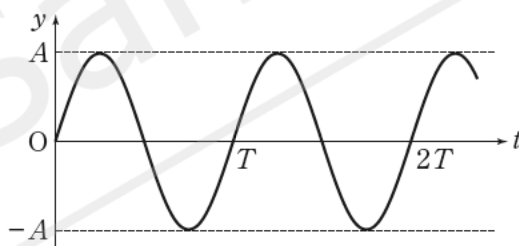


図 2

問 1 次の文章中の空欄 ・ に入れる式として最も適当なものを、
下の選択肢のうちから一つずつ選べ。ただし、加速度、力の向きについては、
鉛直上向きを正の向きとする。

物体の加速度を a 、物体が箱の底面から受ける垂直抗力の大きさを N とすると、物体の運動方程式は、 $ma =$ となる。

また、この単振動の角振動数を ω として、 ω と物体の位置 y を用いて加速度 a を表すと、 $a =$ となる。

の選択肢

- | | | |
|------------|-------------|-------------|
| ① N | ② mg | ③ $N + mg$ |
| ④ $N - mg$ | ⑤ $-N + mg$ | ⑥ $-N - mg$ |

の選択肢

- | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|
| ① ωy | ② $-\omega y$ | ③ $\omega^2 y$ |
| ④ $-\omega^2 y$ | ⑤ ωy^2 | ⑥ $-\omega y^2$ |

問 2 物体が箱の底面から離れないことより、振幅 A と周期 T が満たすべき関係式はどうなるか。最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ① $A > T^2 g$ | ② $A < T^2 g$ | ③ $A > \frac{T^2}{2} g$ | ④ $A < \frac{T^2}{2} g$ |
| ⑤ $A > \frac{T^2}{2\pi} g$ | ⑥ $A < \frac{T^2}{2\pi} g$ | ⑦ $A > \frac{T^2}{4\pi^2} g$ | ⑧ $A < \frac{T^2}{4\pi^2} g$ |

物 理

B 図 3(a)のように、底面に斜面をもつ箱の形をした実験装置がなめらかな水平面の上に置いてある。斜面はなめらかで、水平面と角度 θ をなす。図 3(b)のように、斜面上の点 O に軽くて伸びない糸の一端を固定し、糸の他端に質量 m の小球を取りつけ、小球に点 O を中心とする円運動をさせる。糸の長さは r である。

斜面上の点 O を原点として、最大傾斜の方向の斜面上向きに y 軸を、それと直交する水平方向に x 軸をとる。また、円軌道の最下点を A として、OA と糸のなす角を ϕ とし、反時計回りを正の向きとして、小球の回転角を ϕ の値で表す。

まず、装置を水平面に固定する。図 3(b)のように、点 A ($\phi = 0^\circ$) において、小球に大きさ v_0 で x 軸正の向きの速度を与えたところ、糸がたるむことなく小球は点 O の周りを円運動した。重力加速度の大きさを g とする。

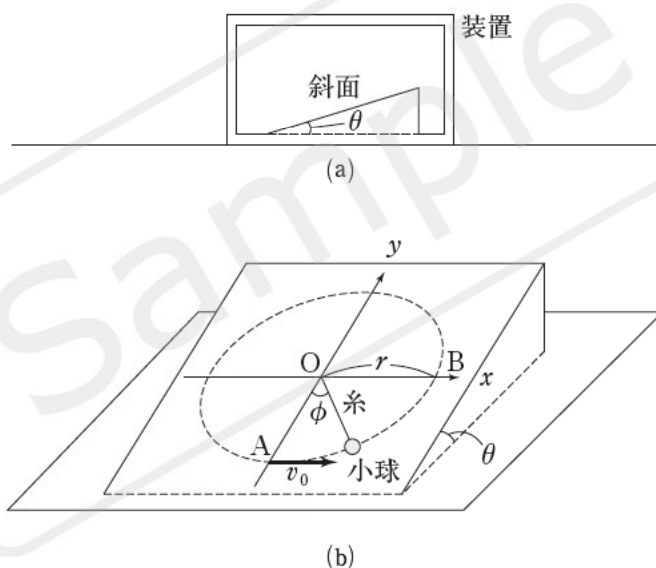


図 3

問 3 図 3(b)の点 B($\phi = 90^\circ$)における小球の速さ v を表す式として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $v =$ 4

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ① $\sqrt{v_0^2 + gr \sin \theta}$ | ② $\sqrt{v_0^2 - gr \sin \theta}$ | ③ $\sqrt{v_0^2 + 2gr \sin \theta}$ |
| ④ $\sqrt{v_0^2 - 2gr \sin \theta}$ | ⑤ $\sqrt{v_0^2 + gr \cos \theta}$ | ⑥ $\sqrt{v_0^2 - gr \cos \theta}$ |
| ⑦ $\sqrt{v_0^2 + 2gr \cos \theta}$ | ⑧ $\sqrt{v_0^2 - 2gr \cos \theta}$ | |

次に、装置を水平面に固定するのをやめて、図 4 のように、装置を水平面に沿って左向きに大きさ a の一定の加速度で運動させた。

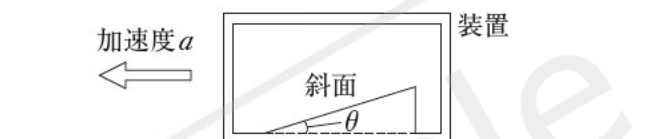


図 4

問 4 装置の中にいる人から見ると、小球にはたらく重力と慣性力の合力の y 成分として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 5

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ① $m(-g \sin \theta + a \sin \theta)$ | ② $m(-g \sin \theta - a \sin \theta)$ |
| ③ $m(-g \cos \theta + a \sin \theta)$ | ④ $m(-g \cos \theta - a \sin \theta)$ |
| ⑤ $m(-g \sin \theta + a \cos \theta)$ | ⑥ $m(-g \sin \theta - a \cos \theta)$ |
| ⑦ $m(-g \cos \theta + a \cos \theta)$ | ⑧ $m(-g \cos \theta - a \cos \theta)$ |

物 理

以下では、小球の質量を $m=0.500\text{ kg}$ 、糸の長さを $r=1.00\text{ m}$ 、小球に点 A で与える初速度の大きさを $v_0=8.00\text{ m/s}$ とする。

装置の水平方向の加速度の大きさ a の値を、 $a=0.100g$ 、 $a=0.300g$ 、 $a=0.500g$ 、…のように $0.200g$ おきに変え、それぞれの a において、時刻 $t=0\text{ ms}$ に、点 A で小球に同じ初速度を与えたところ、どの場合も糸がたるむことなく小球は点 O の周りを円運動した。表 1 には、それぞれの a について、 $\frac{a}{g}$ の値と小球が 45° ごとの回転角 ϕ に対応する位置を通過する時刻が示してある。ここで、重力加速度の大きさは $g=9.80\text{ m/s}^2$ である。

表 1

$\frac{a}{g}$ の値	0.100	0.300	0.500	0.700	0.900	1.10
$\phi = 0^\circ$	0	0	0	0	0	0
$\phi = 45^\circ$	99	99	98	98	98	98
$\phi = 90^\circ$	202	200	198	196	195	193
$\phi = 135^\circ$	312	306	300	295	290	285
$\phi = 180^\circ$	429	415	403	393	383	375
$\phi = 225^\circ$	545	524	506	491	477	465
$\phi = 270^\circ$	655	630	608	589	572	557
$\phi = 315^\circ$	758	731	708	687	669	652
$\phi = 360^\circ$	857	830	806	785	767	750

単位[ms]

問 5 斜面の傾斜角 θ は何度か。最も近い値を、下の①～⑨のうちから一つ選べ。

必要ならば、図 5 の三角関数(正接 $\tan \alpha$)のグラフを利用せよ。

6

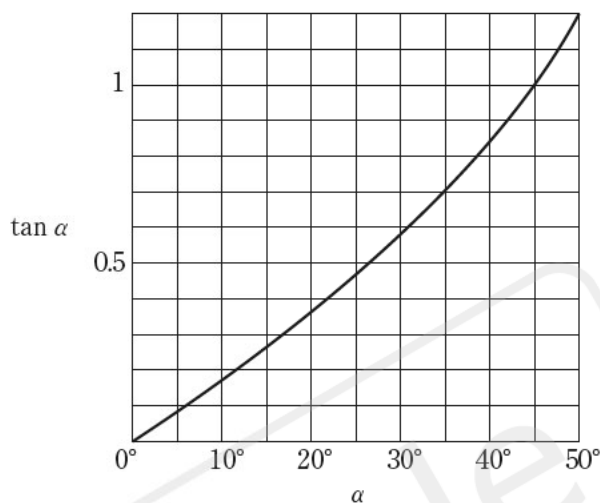


図 5

① 2°

② 7°

③ 12°

④ 17°

⑤ 22°

⑥ 28°

⑦ 35°

⑧ 42°

⑨ 49°