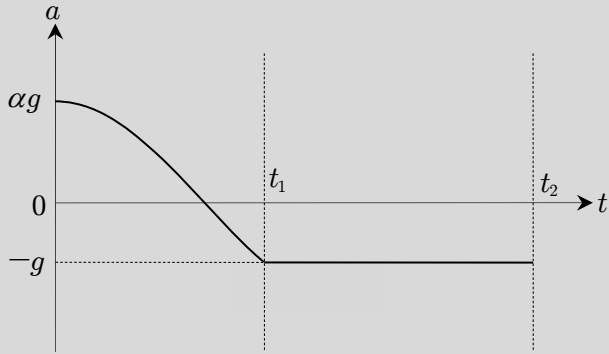


原 則

1. 物理の試験である。現象の考察力，数理的処理能力に得点を与える。解答に物理への理解が認められれば，些細な書き損じについて減点はしない。
2. 数学的に同値な式はすべて認め，減点はしない。
3. 記述がない場合も，採点基準の表における同一枠内の解答がすべて正しければ記述点を加えて満点を与える。しかし記述がない場合，解答における不備が 1 箇所でも見つければ 0 点となる。
4. 解答に不備がある場合は，解答点は与えない。
<不備>
 - i. 設問に定義のない文字を使用している。
ただし，記述内に定義を自ら明記した文字の使用ならば，これを認める。設問で使用可能文字を明示している場合はこの限りではない。
 - ii. 添字や大文字，小文字が適切でない。
ただし，設問に大文字，小文字が同時に定義されていなければ，些細なミスとして看過する。例えば M であるところを m と書いていても，その設問において m が未定義なら看過する。添字の有無，添字の間違いにおいても同様に扱う。
 - iii. 不等式の不等号の向きが適切でない。
ただし，等号付き不等号 (\leq ， \geq) と等号なし不等号 ($<$ ， $>$) の区別はしない。
 - iv. 正負の符号が適切でない。
5. 記述において，その方針が適切であれば，不備があっても記述点は与える。
6. 記述とは「文章による方針」または「立式」を明示したものであり，計算過程に配点はない。「○○に注目していれば○点」「理解できていれば○点」などある箇所は，「使うべき法則の名前や運動の名称等」，「(不正確でも意図がわかる)立式」のいずれかの記述があれば最大限に点を与える。
7. 設問に定義のない文字を使用している場合も，立式の意味が明確にわかるものには記述点を与える。例えば「速さを v とおく」と書かずに v を用いて立式していても，記述点の減点はない。
8. 向きの解答に関する表現のゆらぎ(「 x 軸方向正の向き」を「右向き」と書くなど)は意味が伝わる限り認める。
9. 記述点の内訳に関する採点基準は絶対ではない。その答案において可能な限り高得点となるように臨機応変に配点する。

問題 I (計 34 点)

設問(1) 2 点	[答] $d = \frac{m_A g}{k}$: 2 点
設問(2) 計 4 点	[答] 小球 A の加速度の大きさ : 0 : 2 点 小球 B の加速度の大きさ : $\frac{m_A + m_B}{m_B} g$: 2 点
設問(3) 計 4 点	[答] $V = d\sqrt{(\alpha^2 - 1)\frac{k}{m_A}}$: 2 点 [計算] 最大 2 点。 ①エネルギー保存則を用いる解答, ②運動方程式を解く方針の解答について, それぞれ以下の通り最大 2 点の記述点を与える。 ①の場合 <ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー保存則の式 (またはそれと等価な式) を立てようとしていれば 1 点 ● さらに正確な立式 ($\frac{1}{2}m_A V^2 = \frac{1}{2}k\{(1 + \alpha)d\}^2 - m_A g(1 + \alpha)d$) に 1 点 ②の場合 <ul style="list-style-type: none"> ● 小球の位置 x を t の関数として $x = -ad\cos\left(\sqrt{\frac{k}{m_A}}t\right) - (\ell + d)$ と表せていれば 1 点 ● ゴムひもが自然長となる時刻 t_1 について $\cos\omega t_1 = -\frac{1}{\alpha}$ であることがわかっているならば 1 点
設問(4) 計 5 点	[答] 

	<ul style="list-style-type: none"> ● $0 \leq t \leq t_1$ のグラフが $+\cos$ 型になっている : 1 点 ● $0 \leq t \leq t_1$ のグラフの振動中心が $a = 0$ である (ように見える) : 1 点 ● $0 \leq t \leq t_1$ のグラフが三角関数の $\frac{(\text{周期})}{4} \sim \frac{(\text{周期})}{2}$ 分で描かれている (\Rightarrow 三角関数の周期を τ としたとき, t_1 が $\frac{\tau}{4} < t_1 < \frac{\tau}{2}$ を満たすように描かれている) : 1 点 ● $t_1 \leq t \leq t_2$ のグラフが負で一定の値となっている : 1 点 ● $t = t_1$ でグラフが不連続になっておらず, 折れ曲がっている : 1 点 <p>※縦軸の値は書かなくてよいが, あえて書いた上で 1 箇所でも誤っている場合は, 1 点減点する。($g = \frac{kd}{m_A}$ を代入していても構わない)</p>
<p>設問(5) 計 11 点</p>	<p>[答] (あ) $-k(x_A - x_B - \ell)$: 2 点 (い) $k(x_A - x_B - \ell)$: 2 点</p> <p>(う) $-\frac{m_A + m_B}{m_A m_B} k(x_A - x_B - \ell)$: 2 点</p> <p>(え) $2\pi \sqrt{\frac{m_A m_B}{(m_A + m_B)k}}$: 2 点 (お) $\frac{m_A}{m_A + m_B} (\ell + v_0 t)$: 3 点</p>
<p>設問(6) 計 4 点</p>	<p>[答] 衝突の時刻 : $\frac{T}{2} + \frac{\ell}{v_0}$: 2 点</p> <p>衝突位置の x 座標 : $\frac{m_A}{m_A + m_B} \left(\frac{T}{2} v_0 + 2\ell \right)$: 2 点</p>
<p>設問(7) 4 点</p>	<p>[答] $t_n = \frac{nT}{2} + \frac{\ell}{v_0} \frac{2 - e^{n-1} - e^n}{e^{n-1} - e^n}$: 2 点</p> <p>※解答が誤っている場合, $\frac{nT}{2} + \frac{\ell}{v_0} \times ???$ という形であれば部分点 1 点を与える</p> <p>[計算] 最大 2 点。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● k 回目の衝突後の相対速度の大きさが $e^k v_0$ であることがわかっている : 1 点 ● k 回目の衝突から $k + 1$ 回目の衝突までの時間が $\frac{T}{2} + \frac{2\ell}{(k \text{ 回目の衝突後の相対速度の大きさ})}$ であることがわかっているとみなせる記述がある : 1 点

問題 II (計 33 点)

<p>設問(1) 4 点</p>	<p>[答] $\frac{1}{2}mr^2\omega^2$: 2 点 [計算] 最大 2 点。 ● 辺 ab と辺 cd の運動エネルギーの和を考えればよいことがわかっているならば 1 点 ● 各辺の (並進) 運動の速さが $r\omega$ であることがわかっているならば 1 点</p>
<p>設問(2) 計 10 点</p>	<p>[答] (あ) $r\omega_0 \sin \theta$: 2 点 (い) $B\ell r\omega_0 \sin \theta$: 2 点 (う) $2B\ell r\omega_0 \sin \theta$: 2 点 (え) (ア) : 2 点 (お) (ケ) : 2 点 ※(え)は x, (お)は $-\frac{2B^2\ell^2 r\omega_0}{R}\sin \theta$ と解答していても満点を与える。</p>
<p>設問(3) 計 4 点</p>	<p>[答] $f = \frac{2B^2\ell^2 r\omega_0}{R}\sin^2 \theta$: 2 点 [計算] 最大 2 点。 ● 辺 ab または辺 cd が磁場から及ぼされる力のモーメントに関して書こうとしていけば (立式中に認められる場合を含む) 1 点 ● 外力のモーメントに関して書こうとしていけば (立式中に認められる場合を含む) 1 点</p>
<p>設問(4) 2 点</p>	<p>[答] $\frac{4B^2\ell^2 r^2\omega_0^2}{R}\sin^2 \theta$: 2 点</p>
<p>設問(5) 2 点</p>	<p>[答] $\frac{1}{2}mr^2\omega_0^2$: 2 点</p>
<p>設問(6) 計 6 点</p>	<p>[答] (か) $-L\omega_0 I_0 \cos(\omega_0 t + \phi) + 2B\ell r\omega_0 \sin \omega_0 t$: 2 点 (き) $\frac{2B\ell r\omega_0}{\sqrt{R^2 + L^2\omega_0^2}}$: 2 点 (く) $-\frac{L\omega_0}{R}$: 2 点 ※(く)は $\frac{L\omega_0}{R}$ に部分点 1 点を与える。</p>
<p>設問(7) 5 点</p>	<p>[答] $\frac{1}{2}mr^2\omega_0^2 + \frac{1}{2}LI_0^2$: 2 点 $\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{2LB^2\ell^2 r^2\omega_0^2}{R^2 + L^2\omega_0^2}$ を代入した形も可。 [計算] 最大 3 点。 ● 外力を加えるのをやめる直前にコイルのもっているエネルギーを考えようとしていけば 1 点 ● 外力を加えるのをやめる直前の運動エネルギーを考えていけば 1 点 ● 外力を加えるのをやめる直前にコイルが蓄えている磁場のエネルギーを考えていけば 1 点</p>

問題Ⅲ（計 33 点）

設問(1) 2 点	[答] $x^2 + y^2 = 2Rx$: 2 点
設問(2) 計 8 点	[答] (あ) $2(a - R)$: 2 点 (い) $2ka$: 2 点 (う) $1 - \frac{R}{a}$: 1 点 (え) k : 1 点 (お) $1 - \frac{R}{b}$: 1 点 (か) $-k$: 1 点
設問(3) 3 点	[答] $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R}$: 3 点
設問(4) 2 点	[答] (c) : 2 点
設問(5) 計 6 点	<p>[答] (き) $\frac{1}{3}$: 2 点 (く) 4 点</p> <p>● 上側：直線 $G'H$ が描かれている : 1 点 ● 下側：直線 GH' が描かれている : 1 点 ● 直線 $G'H$ と直線 GH' が、球面鏡上の $y > 0$ の点で交わっている : 1 点 ● 矢印の向きがわかるように正しく記入されている : 1 点</p>
設問(6) 3 点	[答] $(1 + n)\frac{r}{c}$: 3 点
設問(7) 計 6 点	<p>[答] $\overline{AD} = r - \frac{ax}{r}$, $\overline{DB} = r + \frac{bx}{r}$: 各 2 点</p> <p>[計算] 最大 2 点。 \overline{AD} の計算過程と \overline{DB} の計算過程では a と $-b$ が置き換わっているだけなので、どちらかの過程が明確であれば下の基準にしたがって点を与える。</p> <p>● $\overline{AD} = \sqrt{r^2 - 2ax + x^2}$ ないし $\overline{DB} = \sqrt{r^2 + 2bx + x^2}$ が正しく書かれていれ</p>

	ば 1 点 ● 前項で導いた式で x^2 の項を無視する操作ができていれば 1 点
設問(8) 3 点	[答] $a = nb$: 3 点