

日本留学考试对策

物理

日本留学考试试题研究会 编

ちょうせん 挑戦

Challenge チャレンジ



上海外语教育出版社

外教社

日本留学考试对策

物理

日本留学考试试题研究会 编

ちょうせん 挑戦

江苏工业学院图书馆
藏书章

Challenge チャレンジ

外教社 上海外语教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

日本留学考试对策. 物理 / 日本留学考试试题研究会编.

—上海: 上海外语教育出版社, 2004

ISBN 7-81095-097-5

I. 日… II. 日… III. 日语—高等学校—入学考试—日本—自学参考资料

IV. H360.41

中国版本图书馆CIP数据核字 (2003) 第122631号

图字: 09-2003-450号

出版发行: 上海外语教育出版社

(上海外国语大学内) 邮编: 200083

电 话: 021-65425300 (总机), 35051812 (发行部)

电子邮箱: bookinfo@slep.com.cn

网 址: <http://www.slep.com.cn> <http://www.slep.com>

责任编辑: 江龙娣

印 刷: 上海长阳印刷厂

经 销: 新华书店上海发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张 13.5 字数 300 千字

版 次: 2004年5月第1版 2004年5月第1次印刷

印 数: 10 000 册

书 号: ISBN 7-81095-097-5 / O · 000

定 价: 19.50 元

本版图书如有印装质量问题, 可向本社调换

出版说明

2002年6月16日，第一次“日本留学考试”在日本的15座城市（15个考场）和海外8个国家的10座城市（10个考场）同时进行。本考试的对象是准备自费报考日本大学的外国人。

今后，“日本留学考试”将分别于每年的6月和11月举行，以此取代过去由日本国际教育协会主管的“自费外国留学生统一考试”。此前，报考日本高等学校（包括大学、短期大学、职业学校等）的考生，必须同时通过“自费外国留学生统一考试”和“一级日语能力考试”。而从2002年度开始，考生只须通过“日本留学考试”即可。

日本留学考试是一项考查应试者的日语水平及基本学习能力的考试。考试分为文科与理科两组，文科考试科目有“日语”、“数学1”、“综合科目（公民·地理·历史）”。理科考试则为四科，分别是“日语”、“数学2”、“理科（物理、化学、生物中选考两科）”。参加“日本留学考试”所取得的成绩两年有效。

为了方便我国广大的日语学习者和拟赴日留学者了解“日本留学考试”的有关考试科目、内容及形式，本社引进出版了《日本留学考试对策》丛书，以供大家参考。

《日本留学考试对策》丛书由《综合科目》、《听读解》、《读解》、《数学1》、《物理》五本书组成。

本书为《物理》。“物理”是“日本留学考试”中单独设置的一项考试科目。全书分为基础篇和发展篇。学生通过基础篇的学习，可以在较短的时间内，集中掌握好物理的基本思维方法；发展篇则以考试题目为中心，不断地巩固所学知识。

为了便于学生更好地用日语理解题意，基础篇中加入了“理解确认”和“解题思路”。在此基础上，发展篇进行了归纳。每一章都配有练习题，后面还附有答案。

我们衷心希望《日本留学考试对策》丛书能够满足我国广大的日语学习者和拟赴日留学者的需要。

上海外语教育出版社
2003年12月

本書の構成と物理の学習法

b # b # b # b # b # b # b # b # b # b # b # b # b # b # b # b

この本は「日本留学試験」および大学学部の留学生特別試験のための物理学習書・基礎編である。本編は「日本留学試験」に数多く出題される分野をとりあげ、物理の基本的な考え方を比較的短期間で集中的に身につけるためのものである。

各章は次のように組み立てられている。

■■この章のまとめ■■

ここはその章の理論的な解説であるが、その中に出て来る重要な物理用語は英文を付し空所補充形式の問いになっている。日本語を学んでいる学生にとって、特に難しいのは、物理の専門用語を日本語で覚え、日本語で物理の問題文を理解しなければならないことである。この部分はこの点に関する対策である。場合によっては、自国語の物理の教科書を参照しながら、問いに答えて行くとよいかも知れない。

◆◆理解度チェック◆◆

解説をほんとうに理解したかどうかは、じっさいに問答形式で試してみる必要がある。よくわからなければ、もう一度解説を読みなおすようにする。「日本留学試験」の初めの部分には、この程度の基礎問題が並んでいる場合も多い。

●○×方程式を立てて解く●等の部分(章によってはない場合もある。)

例 にあげた問題には、これに続いて**解** が示されている。この部分は、読んで内容を理解したら先へ進むというような学習法をしてはいけない。物理の問題が解けるようになるためには、主要な問題の型を知り、解くための《手順》をつぎつぎと実行できるようにすることである。解答は初めはまねをして書いてみる。一度で実行できるようになる人はまずいない。何回もくりかえしているうちに、何も見ないで解けるようになる。**類題** も《手順》を踏みながら、解いてみて、最後には解答を見ないで解けるようにする。

物理には物理固有の考え方があり、このように正規な解き方を演習しないと先へは進めない。

♪♪♪♪♪♪ **演習問題** ♪♪♪♪♪♪

例 と **類題** で解き方を学んだので、これがどの程度応用できるかを試す。あるいは、解説で学んだ事項をそのまま使えば解ける問題をやってみる。じっさいの試験には[解答群]から①, ②, …の記号を選択する解答形式が多いが、本書では初めのみその形式を示し、先へ行ったら[解答群]は省略する。[解答群]があってもなくても、解き方は同じであるからである。

巻末の【解答】は、すぐ見ても少しもかまわない。ただし、目標はあくまでも、最後には何も見ないで解けるようにすることである。

([註] この文は「、」と「。」で区切っているが、以下では「、」と「。」を使う。数式が入った文では、その方がよいからである。)

目次

I. 運動法則	...	2
II. 運動学	...	16
III. 運動量保存則	...	31
IV. エネルギー保存則	...	38
V. 力のつりあい	...	48
VI. 熱力学	...	61
VII. 波動	...	73
VIII. 光学	...	83
IX. 静電場	...	97
X. 直流回路	...	108
XI. 原子・原子核	...	123
【解答】	...	129

I. 運動法則

■■この章のまとめ■■

1° ニュートンの運動法則 (Newton's laws of motion)

★ 第1法則 (the first law) は, (1) の法則 (law of inertia) とも言い, その内容は

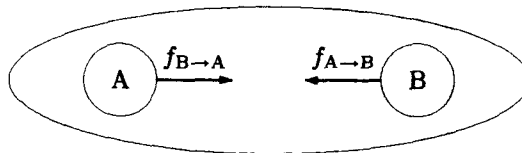
「つり合い (equilibrium) の状態にある物体は (2) (rest), または, (3) (uniform motion in a straight line) を続ける。」
ように観測し得る座標 (慣性座標系 (inertial coordinate-system) と言う。) に対して式を立てなければならないこと。

★ 第2法則 (the second law) を定式化したものが, (4) (equation of motion) である. すなわち, 直線上の運動に限れば,

$$ma = \pm f_1 \pm f_2 \pm \dots$$

ここで, m は (5) (mass), a は (6) (acceleration), f_1, f_2, \dots は物体に外界から働くいろいろな (7) (force(s)) の大きさを表す. 右辺の f_1, f_2, \dots に付ける符号は, 左辺の a と同じ向きときは+, 逆向きときは-をとる.

★ 第3法則 (the third law) は, (8) の法則 (law of action and reaction) とも言う.



A, B をまとめて1つの力学系 (dynamical system) として取り扱うときは, A, B 間に働く相互作用 (interaction) は打消し合って見えて来ない. 物体 A のみを考えるとき, 物体 B は A の外界となるから B から A に働く力 $f_{B \to A}$ が考えられる. 同様に, 物体 B のみを考えるとき, A から B に働く力 $f_{A \to B}$ が考えられる. この2つの力はたがいに (8) (action and reaction) の関係にあり,

$$f_{B \to A} + f_{A \to B} = (9)$$

となっている. 次に説明する張力, 垂直抗力, 静止摩擦力の大きさは, この法則を使ってその値を定めるのである.

2° 力の法則 (laws of forces)

★ 基本力 (fundamental forces). 重力 (gravity) や静電気力 (electrostatic force) は基本力であり, それぞれ,

$$mg, \quad qE$$

の形をしている. ここで, m, q は, それぞれ, (10) (mass) と (11) (electric charge) を表し, 力を受ける物体が持っている物理量である. 一方, g, E は, それぞれ, (12) (gravitational acceleration) と (13) (electoric field) と呼ばれる物理量で, この物体をとりまく外界に存在する力の場 (field of force) を意味する.

★ 束縛力 (force of constraint). 基本力以外にも, いろいろな力が存在する. 結びつけられた糸などが物体を引く力を (14) (tension) と呼び, 固体と固体が接触した状態で一方が他方を押す力を (15) (normal reaction), 一方の滑りに他方が抵抗する力を (16) (friction) と呼ぶ. これらの力の発生する原因は物体を構成する数多くの原子のふるまい (原子間の静電気力) によるもので, 複雑過ぎてその値をあらかじめ決めることはできない. そこで, これらの力は, まず初めは未知数としておいて, 運動方程式を連立して解くことによってその値を定めるという手法を用いる. ここで大切なことは, 各方程式の中の未知の力は運動の第 3 法則を満たす関係にあるということである.

バネの弾性力 (elastic force), 空気の抵抗力 (resistance) 等, これ以外の力については, 必要になったときに説明する.

★ 摩擦の法則 (laws of friction)

① 静止摩擦力 (static friction) も, 束縛力のひとつであるから, 運動方程式 (2 物体が一体となって動くときもあるので, つりあいの式とは限らない) を連立して解くことによってその値が決定される. ただし, 静止摩擦力はいくらでも大きな値がとれる訳ではない. この力の上限は接触している 2 物体がどれほど強く押し合っているか, つまり, 垂直抗力 N に比例する. すなわち, 静止摩擦力 F_s は

$$F_s < \mu_0 N$$

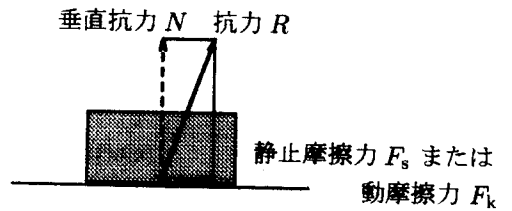
によって制限される. ここで μ_0 を (17) (coefficient of static friction) と呼ぶ.

② 動摩擦力 (kinetic friction). たがいに滑ってずれた固体間のこの種の抵抗力は, 垂直抗力が一定ならば, 一定値となる. すなわち, 動摩擦力 F_k は

$$F_k = \mu N$$

と与えられる。ここで μ を (18) (coefficient of kinetic friction) と呼ぶ。

③ 抗力 (reaction). 固体と固体が接触すると、一般には一方の固体の接触面に対して斜めに押される。この力が (19) R であり、垂直抗力 N と静摩擦力 F_s 、あるいは、動摩擦力 F_k は R の分力である。

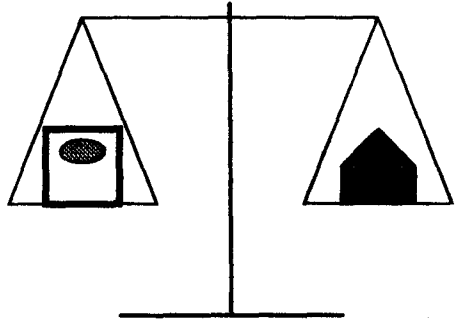


◆◆理解度チェック◆◆

問 1

(1) それぞれの文 (a), (b), (c) について, 正 (○), 誤 (×) の組み合わせとして正しいものを解答群の表中 (①~⑧) のうちから 1 つ選べ。 [1]

- (a) 重さ (weight) は kg 単位で測る。
- (b) 宇宙船に乗っていると, 物体の質量が 0 kg となることがあり得る。
- (c) 右図の実験では, 箱の中に浮いている物体の質量の分は測られていない。



[1] の解答群

- ① (a)○, (b)○, (c)○ ② (a)○, (b)○, (c)× ③ (a)○, (b)×, (c)○
- ④ (a)×, (b)○, (c)○ ⑤ (a)○, (b)×, (c)× ⑥ (a)×, (b)○, (c)×
- ⑦ (a)×, (b)×, (c)○ ⑧ (a)×, (b)×, (c)×

(2) 文中の [2] に入れるのに最も適当なものを, 解答群のうちから 1 つ選べ。
物体に一定の力を加えたとき生じる加速度は, その物体の [2] に反比例する。

[2] の解答群

- ① 変位 ② 速度 ③ 質量

(3) 風がなく雨が鉛直に降っているとき, 一定の速度で走っている電車の窓から見える雨滴の運動について, 正しい記述はどれか。 [3]

[3] の解答群

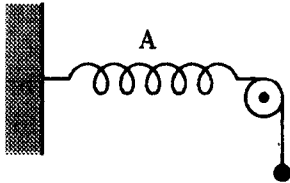
- ① 雨滴は前方から降って来てその速さは地上から見るときより速いから, 雨滴の加速度は地上から見た加速度より大きい。
- ② 雨滴の速度は前方から降って来てその速さは地上から見るときより速いが, 雨滴の加速度は地上から見た加速度と同じである。

- ③ 雨滴は後方から降って来てその速さは地上から見るときより遅いから、雨滴の加速度は地上から見た加速度より小さい。
- ④ 雨滴は後方から降って来てその速さは地上から見るときより遅いが、雨滴の加速度は地上から見た加速度と同じである。

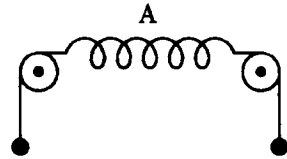
問 2

図の (a)~(d) で黒い丸で示されたおもりの質量はすべて等しく、A、B のばねのばね定数、自然長もすべて等しい。(b) の A、(c)、(d) の A、B のばねの伸びは、それぞれ、(a) の A のばねの伸びの何倍か。ただし、ばね、滑車の質量は無視できるとする。

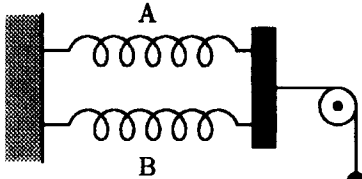
(a)



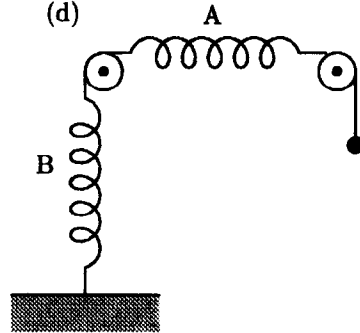
(b)



(c)



(d)



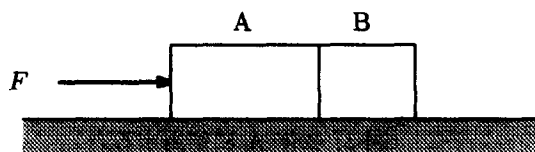
●運動方程式を立てて解く●

例 1

図のように、なめらかな水平面上に質量 m の物体 A と質量 M の物体 B を接触させておく。A に水平右向きの外力 F を作用させると、A、B は一体となって力 F の向きに加速度 a で動き出した。

- (1) 第 1 法則の適用：方程式を立てるときの基準座標は、次のうちのどれが適当か。

- ① 水平面に固定された座標。
- ② 物体 A (あるいは、B) に固定された座標。
- ③ 地球外の静止点 (例えば、太陽など) に固定された座標。



- (2) 第 3 法則の適用：A に作用する力、B に作用する力を、図を描いて示せ。ただし、A、B 間に働く抗力を N とおく。
- (3) 第 2 法則の適用： x 座標の正の向きを定め、A、B の運動方程式を書け。
- (4) 代数計算の部分：運動方程式を a について解け。また、 N について解け。
- (5) 数値計算の部分： $m = 3.0 \text{ kg}$ 、 $M = 2.0 \text{ kg}$ 、 $F = 1.0 \times 10^2 \text{ N}$ としたとき、加速度 a は何 m/s^2 か。また、抗力 N は何 N か。

解 (1) 【答】①

《手順 1》「座標を選ぶ。」問題の図で水平右向きを x 軸の正の向きと定める。

(地上に固定された水平な床は、最後の設問 (5) の精度を満たす十分よい慣性系である。② は慣性系ではなく、③ は慣性系であっても、地上の問題を扱うにはあまりにも不便。)

(2) 《手順 2》力の作図は物体 (この場合は A) を 実線 で、外界にあって接触して力を作用している物体 (この場合は B) を 点線 で示すこと。

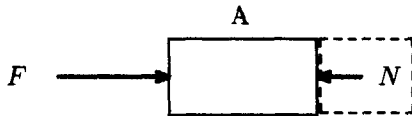


図 1: 物体 A に作用する力

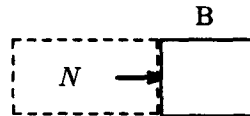


図 2: 物体 B に作用する力

(3) 《手順 3》「運動方程式を立てる。」(A, B は一体となって動くので, A, B の加速度はともに a とおく。)

$$\text{〔運動方程式〕} \begin{cases} \text{A: } ma = F - N \\ \text{B: } Ma = N \end{cases}$$

(4) 《手順 4》「運動方程式を解く。」

A, B の運動方程式を辺々足すことにより,

$$\begin{array}{r} ma = F - N \\ +) \quad Ma = N \\ \hline (m + M)a = F \end{array}$$

$$\therefore a = \frac{F}{m + M}$$

B の運動方程式に、この a の値を代入して,

$$N = Ma = \frac{M}{m + M} F$$

(5) 《手順 5》「数値代入。」

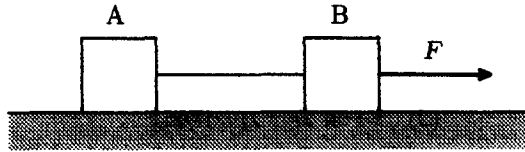
設問 (4) で得た代数解に、単位付き 数値を代入する。

$$a = \frac{F}{m + M} = \frac{1.0 \times 10^2 \text{ N}}{3.0 \text{ kg} + 2.0 \text{ kg}} = \underline{\underline{2.0 \times 10 \text{ m/s}^2}}$$

$$N = Ma = 2.0 \text{ kg} \cdot 2.0 \times 10 \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{4.0 \times 10 \text{ N}}}$$

類題 1

図のように、なめらかな水平面上に質量 m の物体 A と質量 M の物体 B を糸で結んで置く。B に水平右向き（A, B の系についての）外力 F を作用させると、A, B は一体となって力 F の向きに加速度 a で動き出した。



- (1) **第 1 法則の適用**：この問題を解くのに最も適当な座標を選び、図に x 軸を記入せよ。
- (2) **第 3 法則の適用**：A に作用する力、B に作用する力を、図を描いて示せ。ただし、A, B 間に働く張力を T とおく。
- (3) **第 2 法則の適用**：(1) で定めた座標を基準とした、A, B の運動方程式を書け。
- (4) **代数計算の部分**：運動方程式を a について解け。また、 T について解け。
- (5) **数値計算の部分**： $m = 3.0 \text{ kg}$, $M = 2.0 \text{ kg}$, $F = 1.0 \text{ N}$ としたとき、加速度 a は何 m/s^2 か。また、張力 T は何 N か。

解 (1) 《手順 1》「座標
を選ぶ。」

加速度 a の向きを正
とする x 軸を図 1 に記
入する。



図 1: x 軸の指定

(2) 《手順 2》「力の作図」

接しているのが糸であるから、その直接に接している糸のみを点線で示す。

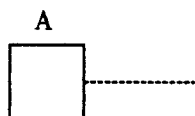


図 2: 物体 A に作用する力

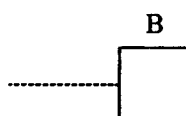


図 3: 物体 B に作用する力

(3) 《手順 3》「運動方程式を立てる。」

A の加速度も、B の加速度も同じ値。
指定の a とおく。

$$\text{[運動方程式]} \begin{cases} \text{A: } ma = \text{①} \\ \text{B: } Ma = \text{②} \end{cases}$$

(4) 《手順 4》「運動方程式を解く。」

A, B の運動方程式を辺々足すことにより、

$$\begin{array}{r} ma = \text{①} \\ +) \quad Ma = \text{②} \\ \hline (m + M)a = F \end{array}$$

$$\therefore a = \text{③}$$

A の運動方程式に、この a の値を代入して、

$$T = ma = \text{④}$$

(5) 《手順 5》「数値代入。」

$$a = \text{③} = \frac{1.0 \text{ N}}{3.0 \text{ kg} + 2.0 \text{ kg}} = \text{⑤}$$

$$T = ma = 3.0 \text{ kg} \cdot 2.0 \times 10^{-1} \text{ m/s}^2 = \text{⑥}$$

♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪ **演習問題** ♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪

【1】 次の文章を読み、下の問い(問1・問2)に答えよ。

解答番号 ~

水平面との傾きが θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) のなめらかな斜面がある。図1のようにその斜面を箱がすべり降りている。箱の中には、質量 m のおもりを天井からつるした振り子があって、箱に対して静止している。斜面に沿って下向きに x 軸、斜面に垂直下向きに y 軸をとる。重力加速度の大きさを g 、振り子のひもの張力を T とする。また、振り子のひもの向きが y 軸となす角 β は図1の向きを正とする。

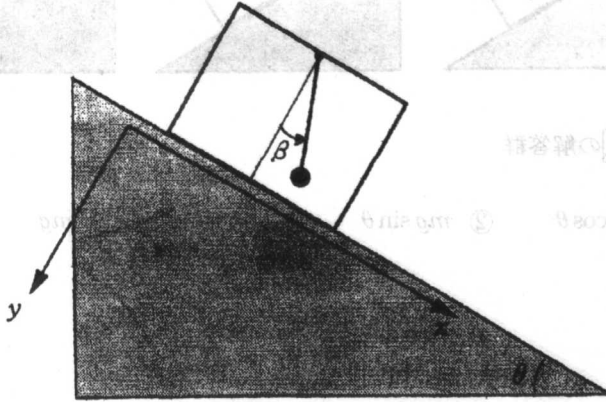


図 1

問1 振り子は箱に対して静止しているので、おもりの加速度は箱と同じであり、 x 軸方向に a である。振り子のおもりの運動方程式の x 成分と y 成分はそれぞれどうなるか。次の ①~⑧ のうちから正しいもの一つずつ選べ。

x 軸方向の運動方程式

y 軸方向の運動方程式

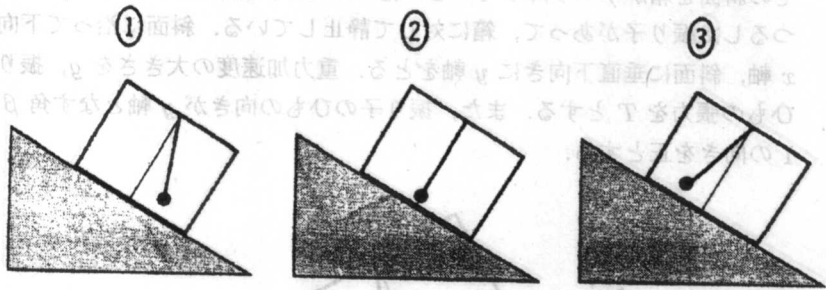
- | | |
|--|---------------------------------------|
| ① $ma = mg \sin \theta - T \sin \beta$ | ② $0 = mg \sin \theta - T \sin \beta$ |
| ③ $ma = mg \sin \theta - T \cos \beta$ | ④ $0 = mg \sin \theta - T \cos \beta$ |
| ⑤ $ma = mg \cos \theta - T \sin \beta$ | ⑥ $0 = mg \cos \theta - T \sin \beta$ |
| ⑦ $ma = mg \cos \theta - T \cos \beta$ | ⑧ $0 = mg \cos \theta - T \cos \beta$ |

問 2 おもりと箱は等しい加速度 $a = g \sin \theta$ で下降する. このことを使って上の運動方程式を解くことによって, 振り子の向きと振り子のひもの張力 T が求められる. それぞれの解答群のうちから正しいものを一つ選べ.

振り子の向き 3

ひもの張力 4

3 の解答群



4 の解答群

- ① $mg \cos \theta$ ② $mg \sin \theta$ ③ $mg \tan \theta$ ④ mg

1 図

同じ加速度 $a = g \sin \theta$ で下降する. このことを使って上の運動方程式を解くことによって, 振り子の向きと振り子のひもの張力 T が求められる. それぞれの解答群のうちから正しいものを一つ選べ.

- 1 振り子の向き α
2 ひもの張力 T

$0 = mg \cos \theta - T \sin \theta$ ①	$0 = mg \sin \theta - T \cos \theta$ ①
$0 = mg \sin \theta - T \cos \theta$ ②	$0 = mg \cos \theta - T \sin \theta$ ②
$0 = mg \cos \theta - T \sin \theta$ ③	$0 = mg \sin \theta - T \cos \theta$ ③
$0 = mg \sin \theta - T \cos \theta$ ④	$0 = mg \cos \theta - T \sin \theta$ ④