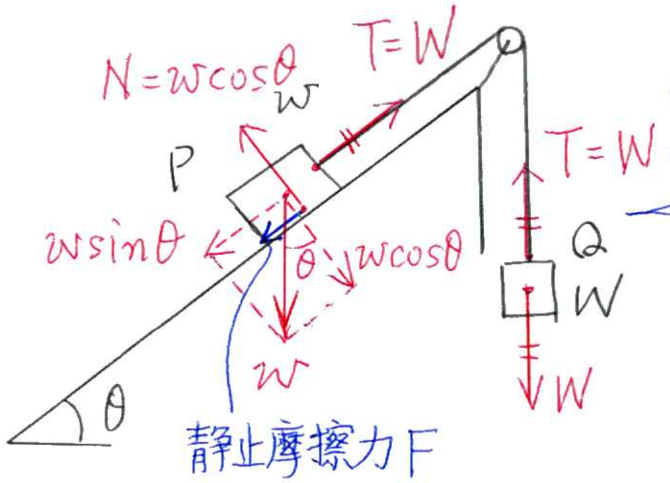
発例7

標準的な解法は冊子を見てください。ここでは，ちょっとちがう方法をお見せします。おススメということでは全くありません。
ikeT

まず $\mu < \tan\theta$ なので θ は摩擦角 θ_0（$\tan\theta_0 = \mu$）をこえています。つまり，Q の重さ W が小さければ，P は下にすべり出すということです。W が大きければ P は上にすべり出します。



わかる関係をあらかじめ図に書きこんであります。静止摩擦力Fはとりあえず下向きに書きこみました。

斜面に沿った方向の力のつりあいの式

$$w\sin\theta + F - W = 0 \Rightarrow F = W - w\sin\theta$$

ここで，F は下向きのとき正，上向きのとき負の値をとると考えると，F のとりうる範囲は $-\mu N \leqq F \leqq \mu N$

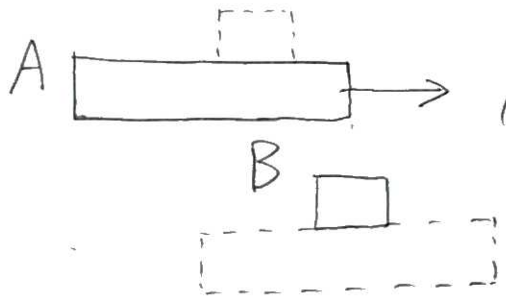
$$-\mu w\cos\theta \leqq W - w\sin\theta \leqq \mu w\cos\theta$$

$$\underline{\underbrace{w(\sin\theta - \mu\cos\theta)}_{\mu<\tan\theta\text{の条件より 正の値}} \leqq W \leqq w(\sin\theta + \mu\cos\theta)}\ \text{Ans.}$$

発例18

動く台の上ですべる場合の動摩擦力の向きをしっかりと把握していればやさしい問題です。

摩擦力は面がずれないようにしようとする向きにはたらきます。



Aが右向きに加速していくので、Bも右向きに動いてずれないようにしようとする。

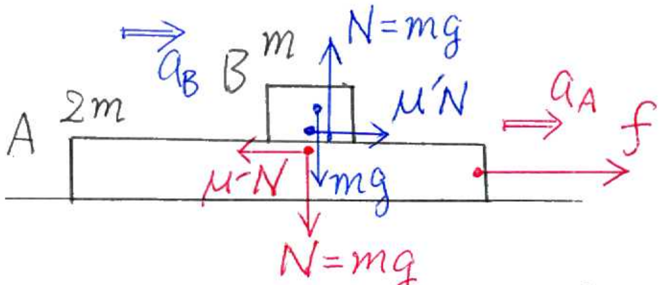
⇓

Aから右向きの動摩擦力を受ける。

⇓

反作用として、AはBから左向きの動摩擦力を受ける。

これをふまえて簡潔な解答を。



運動方程式は

Ⓐ $2ma_A = f - \mu' mg$

Ⓑ $ma_B = \mu' mg$

よって、 $a_A = \dfrac{f - \mu' mg}{2m}$ Ans.

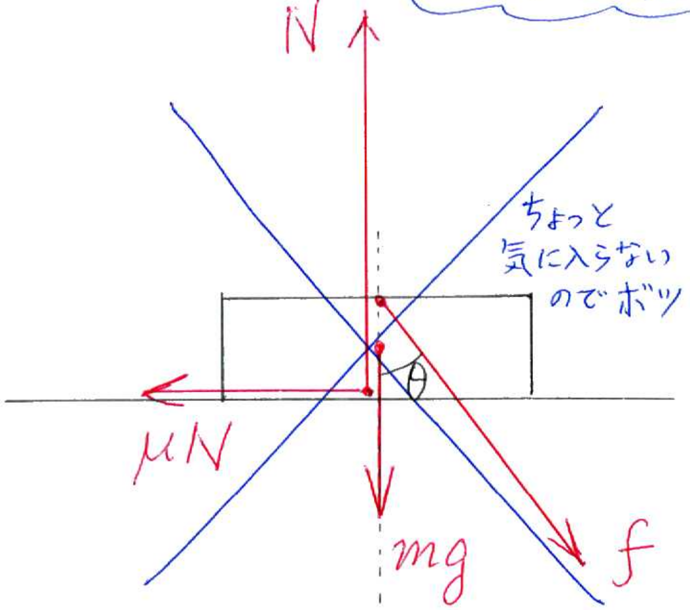
$a_B = \mu' g$ Ans.

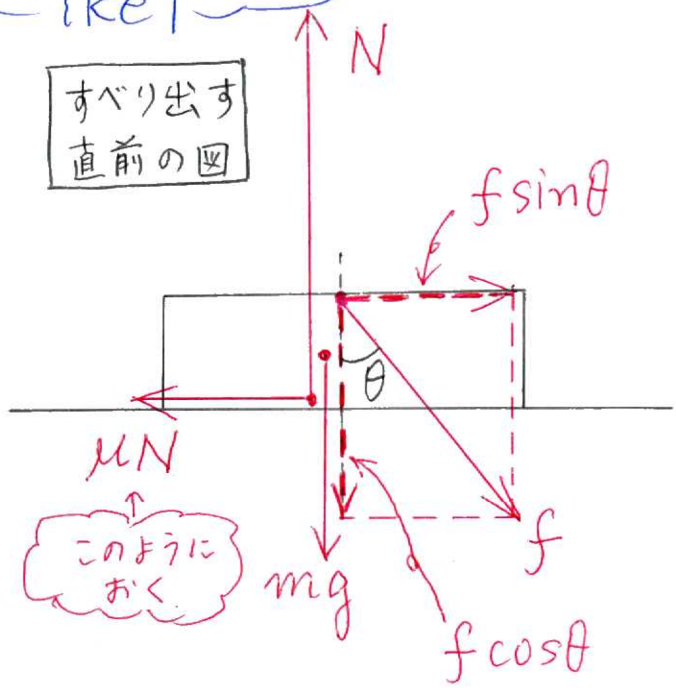
動摩擦力はとりあえず$\mu' N$とおいておくとよい。

115 (1) すべり出す直前は最大摩擦力になって，力はつりあっている．よく使う考え方です．

まず，図をしっかりと描きましょう．

図がしっかり描ける人は，物理の達人の資格があります。 ikeT





つりあいの式

水平方向　$f\sin\theta - \mu N = 0$ ----①

鉛直方向　$N - mg - f\cos\theta = 0$ --②

Nは問題に与えられていないので，②より $N = mg + f\cos\theta$ を①へ代入して，整理する．

$$f\sin\theta - \mu(mg + f\cos\theta) = 0$$

$$f(\sin\theta - \mu\cos\theta) = \mu mg \quad \text{-----③}$$

$$\frac{f}{mg} = \underline{\frac{\mu}{\sin\theta - \mu\cos\theta}} \quad Ans.$$

(2) 条件のつけ方は一通りとは限らないことが多いと思います。

できるだけすぐに理解してもらえるように，明快な根拠を述べて，それを式で表現することになります。

前ページの式③　$f(\sin\theta-\mu\cos\theta)=\mu mg$　が成り立つには，$\sin\theta-\mu\cos\theta \geqq 0$ であればよい。この場合には，最大摩擦力になるfが存在し，その値をこえると，物体はすべり出す。

$\sin\theta-\mu\cos\theta \leqq 0$ になる場合には，式③を満たすfは存在しないので，静止摩擦力が最大摩擦力に達することはなく，物体はすべり出さない。

実際の解答としては，式③でもよいが，(1)の結果を使うことにして，

(1)の結果から $\sin\theta-\mu\cos\theta \leqq 0$ であれば，最大摩擦力に達するfが存在しないので，物体はすべり出さない。

$\sin\theta-\mu\cos\theta \leqq 0$ より $\underline{\tan\theta \leqq \mu}$ Ans

（$\cos\theta=0$ のときは，$\theta=90^\circ$ で，$\sin\theta-\mu\cos\theta=1$ となるので，$\cos\theta \neq 0$ として，$\tan\theta=\dfrac{\sin\theta}{\cos\theta}$ を使った。）

似ていますが少し別の条件づけをしてみましょう。

(1)の式①のかわりに，

すべり出さないのであるから，

$$f\sin\theta \leqq \mu N = \mu(mg + f\cos\theta)$$

変形して，

$$f(\sin\theta - \mu\cos\theta) \leqq \mu$$

$$\sin\theta - \mu\cos\theta \leqq \frac{\mu}{f} \quad \cdots④$$

fがどんなに大きくても，この式④が成りたつために，

$$\sin\theta - \mu\cos\theta \leqq 0$$

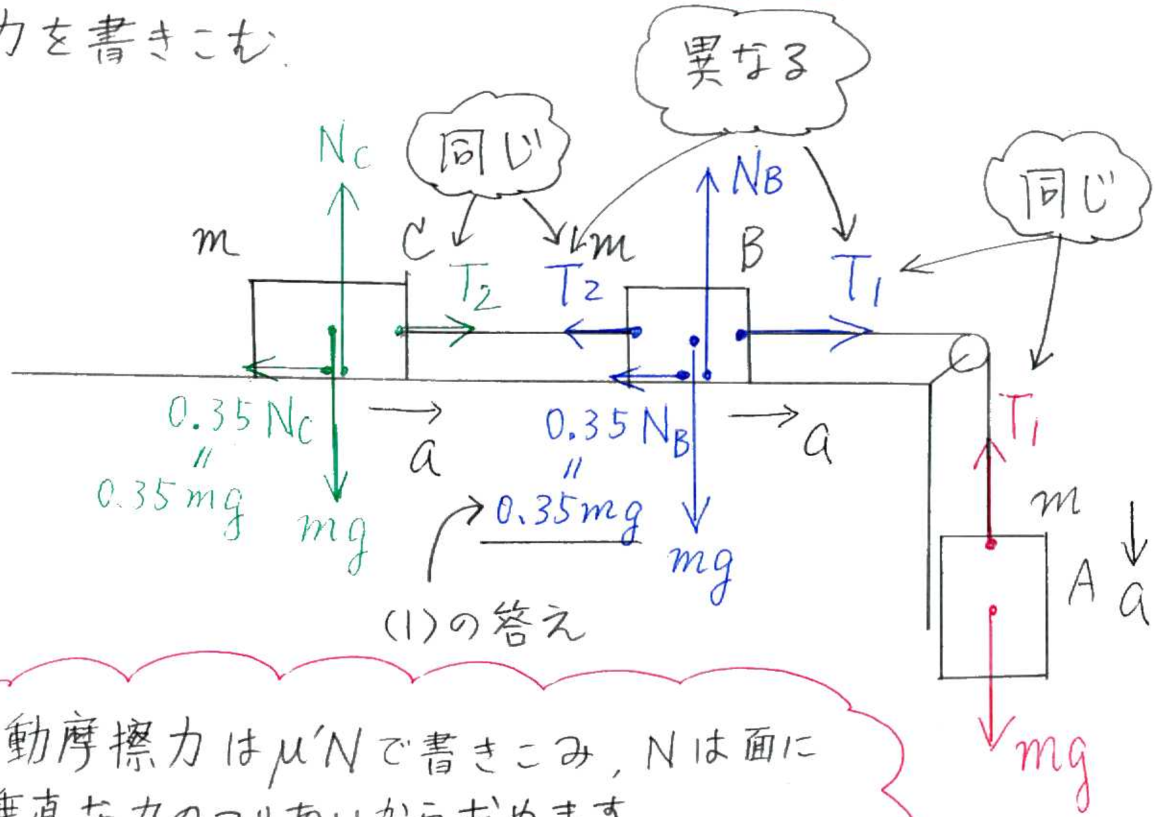
したがって　$\underline{\tan\theta \leqq \mu}$ Ans.

116

この問題の注意点

1つながりの軽いロープの両端の張力は等しいが，別のロープとは異なる。

図に力を書きこむ



動摩擦力は$\mu' N$で書きこみ，Nは面に垂直な力のつりあいから求めます。
Nがすぐにわかる場合は，面に垂直な力は書きこまず，$\mu' N$の Nをおきかえた図で十分です(冊子の図)。

(2) 運動方程式 ← これを書いたら，あとは解くだけ！

Ⓐ $ma = mg - T_1$ ---------- ①

Ⓑ $ma = T_1 - T_2 - 0.35mg$ --- ②

Ⓒ $ma = T_2 - 0.35mg$ ------ ③

①+②+③ $3ma = mg - 0.70mg$ $\underline{a = 0.10g}$ Ans.

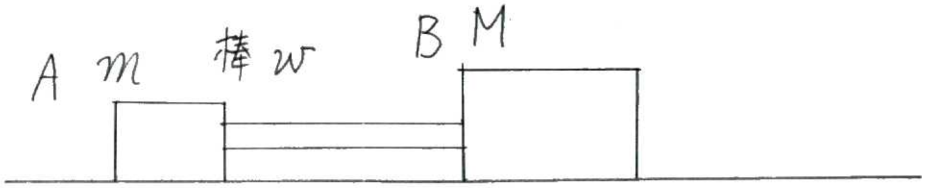
毎度おなじみの方法です　　加速度の大きさ

aを①に代入して，　$T_1 = 0.90mg$ Ans
A とBの間のロープの張力の大きさ

aを③に代入して，　$T_2 = 0.45mg$ Ans
BとCの間のロープの張力の大きさ

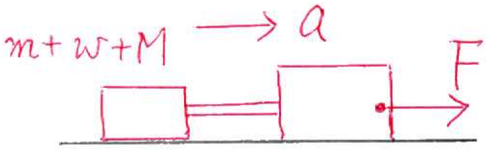
117 棒が軽ければ，軽い糸と同じに扱えますが，質量を考慮するので物体として扱います。

(1)



標準的な解答は，冊子を見てください。ここでは，違った解き方を紹介しましょう。 ikeT

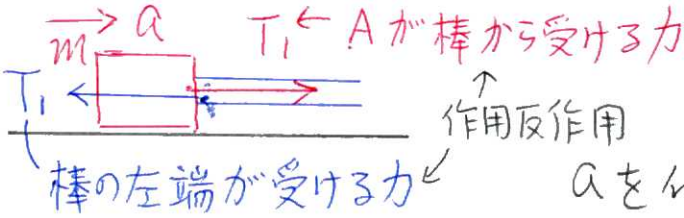
A+棒+Bを1物体として運動方程式をたてると，



$$(m+w+M)a=F$$

$$a=\frac{F}{m+w+M}$$ Ans 加速度の大きさ

次に Aについて運動方程式をたてると，

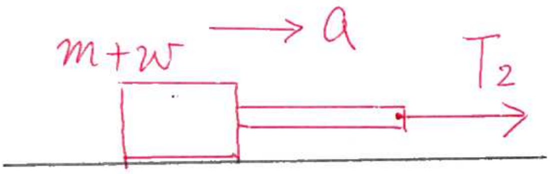


$$ma=T_1$$

aを代入して $T_1=\dfrac{mF}{m+w+M}$ Ans

棒の左端が受ける力の大きさ

次に A+棒 について同様に



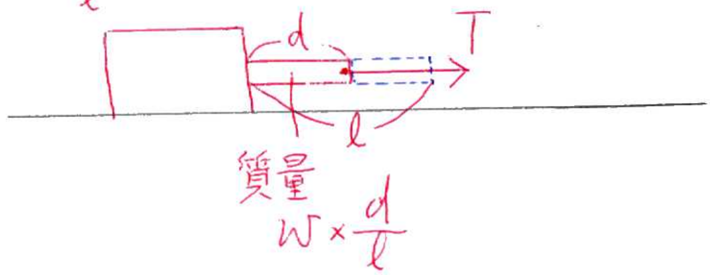
$$(m+w)a=T_2$$

aを代入して，$T_2=\dfrac{(m+w)F}{m+w+M}$ Ans.

棒の右端が受ける力の大きさ.

(2) 結局，冊子と同じ解き方です。

$m+\frac{d}{l}w \longrightarrow a$



運動方程式をたてると，

$$\left(m+\frac{d}{l}w\right)a=T$$

$$T=\frac{\left(m+\frac{d}{l}w\right)F}{m+w+M}$$ Ans.

答えとしてどこまで整理するかは人によって異なってよい。できるだけ見やすい形まで変形する。

118　冊子通りで特に別記することはありません。

119 冊子通りです。

必ず自分で大きめの図を書きましょう。質量，加速度，力をしっかり書きこんで，各物体の運動方程式を立てて解くプロセスを実行できるようにしておきましょう。

解答を見て理解したつもりでも，実際にはうまくいかないことが多いようです。自分でやったことが力になります。

ikeTのぶつぶつぶつり

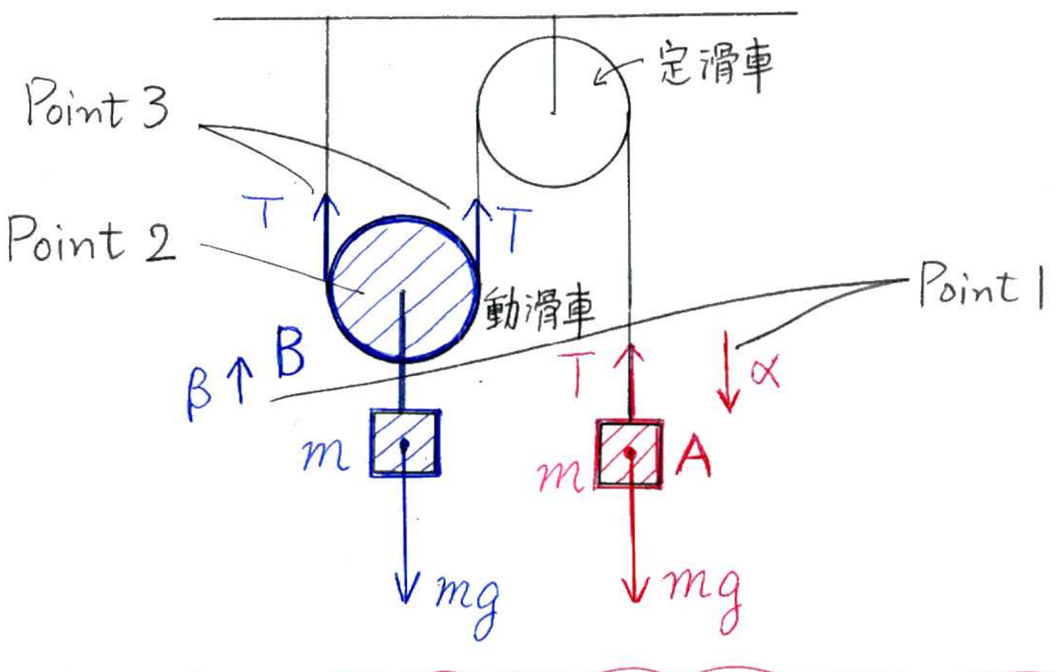
120

動滑車が含まれる運動方程式のポイント

Point 1　2物体の加速度が異なる。

Point 2　動滑車(軽い)＋動滑車につるした物体を1物体とみなす。

Point 3　動滑車の両側で張力は T＋T である。



(1)　$\alpha = 2\beta$

まずは覚えておきましょう.

Aの移動距離は Bの2倍

⇩

Aの速さは Bの2倍

⇩

Aの加速度の大きさはBの2倍

2倍つながりですね。

微分を学べば、あっというまにできます。

〜 ikeT 〜

(2) 運動方程式

Ⓐ $m\alpha = mg - T$ ……①

Ⓑ $m\beta = 2T - mg$ ……②

解く過程もしっかり身につけましょう

α と β の関係

$\alpha = 2\beta$ ……③

α と T を求めるので、③より $\beta = \frac{\alpha}{2}$ を②へ代入する。

$\frac{1}{2}m\alpha = 2T - mg$ ……②′

①×2　$2m\alpha = 2mg - 2T$ ……①′

Tの係数をそろえるため

②′+①′　$\frac{5}{2}m\alpha = mg$　$\underline{\alpha = \frac{2}{5}g}$ Ans.

α を①へ代入すると、

$T = mg - \frac{2}{5}mg$　$\underline{T = \frac{3}{5}mg}$ Ans.

（$\beta = \frac{1}{2}\alpha$ なので $\beta = \frac{1}{5}g$ である）

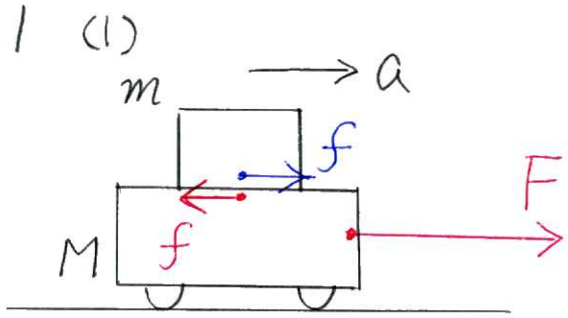
(3) 等加速度直線運動の公式から、$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ を使います。

3つの公式を確認しておこう

$H = \frac{1}{2}\alpha t^2$

$t = \sqrt{\frac{2H}{\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{2}{5}g}} = \underline{\sqrt{\frac{5H}{g}}}$ Ans.

121 (1)



台車と物体は一体となって動いているので加速度も同じで右向きに a とおく。
　はたらく摩擦力は静止摩擦力で f とおく。向きは図のとおり。最大摩擦力 μN ではない。重要

運動方程式は,

台車　$Ma = F - f$ ……①

物体　$ma = f$ ……②

①+②　$(M+m)a = F$　　$a = \dfrac{F}{M+m}$ Ans

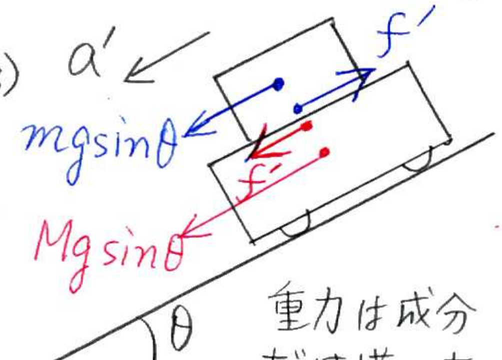
お約束

a を②へ代入して,　$f = \dfrac{mF}{M+m}$ Ans ……③

(2) F が F_1 のとき, f が最大摩擦力 $\mu N = \mu mg$ になったと考える。

式③より　$\mu mg = \dfrac{mF_1}{M+m}$　　$F_1 = \mu(M+m)g$ Ans

(3)



重力は成分だけ描いた

一体となっているので, 加速度は共通で a' とおく。
　摩擦力はよくわからないので向きは適当にして f' とおく。

運動方程式　台車　$Ma' = Mg\sin\theta + f'$ ……①

物体　$ma' = mg\sin\theta - f'$ ……②

①+②　$(M+m)a' = (M+m)g\sin\theta \Rightarrow a' = g\sin\theta$

a' を①へ代入　$Mg\sin\theta = Mg\sin\theta + f' \Rightarrow f' = 0$ Ans.