HW-01解答

問1

Α	α	アルファ	A	Ξ	ξ	グザイ, クシー	X
Β	β	ベータ	B	Ο	ο	オミクロン	O
Γ	γ	ガンマ	G	Π	π	パイ	P
Δ	δ	デルタ	D	Ρ	ρ	ロー	R
Ε	ε	イプシロン	E	Σ	σ	シグマ	S
Ζ	ζ	ゼータ	Z	Τ	τ	タウ	T
Η	η	イータ, エータ		Υ	υ	ウプシロン, ユプシロン	U/Y
Θ	θ	シータ		Φ	φ	ファイ, フィー	
Ι	ι	イオタ, アイオタ	I	Χ	χ	カイ, キー	
Κ	κ	カッパ	K	Ψ	ψ	プサイ, サイ, プシー	
Λ	λ	ラムダ	L	Ω	ω	オメガ	
Μ	μ	ミュー	M				
Ν	ν	ニュー	N				

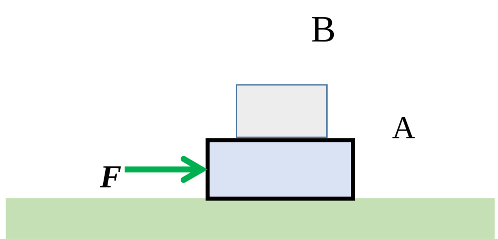
問3

記号	読み	べき	記号	読み	べき
c	センチ	10^{-2}	h	ヘクト	10^{2}
m	ミリ	10^{-3}	k	キロ	10^{3}
μ	マイクロ	10^{-6}	M	メガ	10^{6}
n	ナノ	10^{-9}	G	ギガ	10^{9}
p	ピコ	10^{-12}	T	テラ	10^{12}

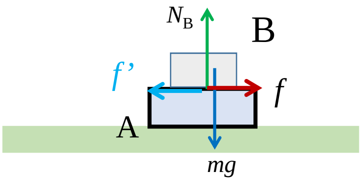
問4

粗い床の上に質量Mの物体Aを置き、その上に質量mの物体Bを置いた。AとBの間の静止摩擦係数はμ、床と物体Aとの動摩擦係数はμ'である。Aを一定の力$\boldsymbol{F}$で押すと、AとBは一体となって動き出した。重力加速度の大きさをgとし、空気との抵抗は無視できるとする。

(1)それぞれの物体にはたらく力をすべて図に書き入れよ。



一つ一つの物体に注目して書く
まずBに注目



Bにはたらく力を考える:
重力: 大きさmg
Aからの垂直抗力: N_Bとしておく
Aとの摩擦力: fとしておく

垂直抗力: $N_B = mg$
Aとの摩擦力: $f \leqq \mu N_B$

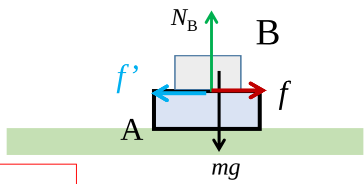
摩擦力fによってBは加速度を持つ

注意:
静止摩擦力
≠最大静止摩擦力

殆どの人が間違っていた

なお、 摩擦力はf'もあるがこれは
「BがAに対して働く力」
fとf'は大きさが等しく向きが逆(作用反作用) $f' = -f$

Bにはたらく力を考える:
重力: 大きさmg
垂直抗力: N_Bとしておく
Aとの摩擦力: fとしておく

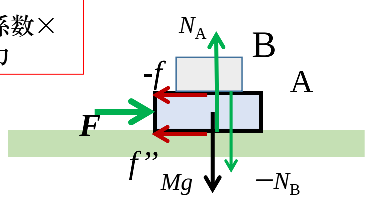


Aとの摩擦力: $f \leqq \mu N_B$
垂直抗力: $N_B = mg$

注意:
静止摩擦力
≠最大静止摩擦力

動摩擦力
＝動摩擦係数×
垂直抗力

f': 「BがAに対して働く(摩擦)力」
fとf'は大きさが等しく向きが逆(作用反作用) $f' = -f$



Aにはたらく力:
重力: 大きさMg
垂直抗力: N_Aとしておく
床との摩擦力: f''としておく
Bからの力: 垂直抗力$-N_B$と摩擦力$-f$
外力: F

$N_A = |Mg + N_B| = (M+m)g$
$|f''| = \mu' N_A$

参考: AとBを一体とみなすと…

AとBを一体とみなすということは、

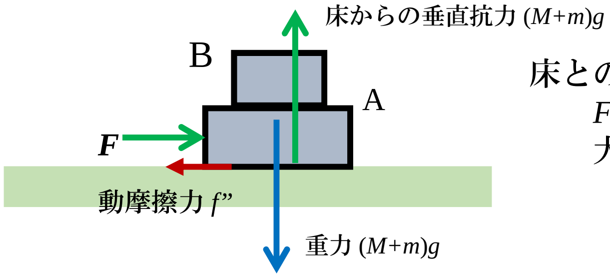
AとBの間の力は考慮しない N_Bと $-N_B$, fと $-f$ は無視される

AもしくはBに働く力は「AとB」に対する力とみなす

外力F： A+B全体にはたらくと考える

重力： A,Bそれぞれに働いていた重力を足しあわせ(作用点はABの重心)

床からの垂直抗力N_A： A,B一体に対する重力と同じ大きさ、逆向き

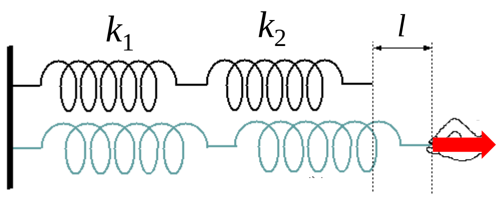


床との動摩擦力 f''：
Fと逆向き、
大きさは $\mu' N$

問5.

(1) ばね定数がk_1とk_2の軽いばねが直列につながれている。２つのばねの自然長からの伸びの和が l であるとき、それぞれの伸びを求めよ。

(2) (1)で直列につないだばねを「ひとつのばね」と見た時、このばねのばね定数を求めよ。



解答(1)

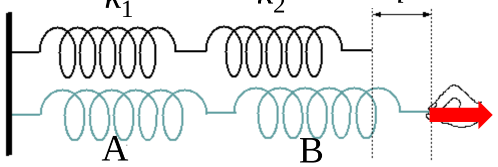
(1) ばね定数がk_1とk_2の軽いばねが直列につながれている。２つのばねの自然長からの伸びの和が l であるとき、それぞれの伸びを求めよ

解答：ばね定数k_1のばねをA,もう一方のばねをBとし、それぞれの伸びをx_1, x_2として式をたてる：

$$x_1+x_2 = l$$

また、ばねAの弾性力はばねBの弾性力に等しい (そうでないとつりあわない）。ゆえに

$$k_1x_1=k_2x_2$$



これを変形して $x_2=\frac{k_1x_1}{k_2}$ これから

答: $x_1 = \dfrac{k_2 l}{(k_1+k_2)}$　$x_2 = \dfrac{k_1 l}{(k_1+k_2)}$

よく見られた間違い

(1) ばね定数がk_1とk_2の軽いばねが直列につながれている。２つのばねの自然長からの伸びの和が l であるとき、それぞれの伸びを求めよ

かかる力をFとして、$F = k_1x_1=k_2x_2$ から

$$x_1=\frac{F}{k_1} \qquad x_2=\frac{F}{k_2}$$

Fは問題文にないので答えに使ってはいけない

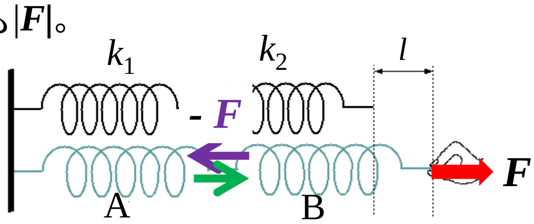
解答 (1)解説

ばねAの弾性力はばねBの弾性力に等しい (そうでないとつりあわない)

ばねを引く力を***F***とする

ばねBは静止している⇔ばねBにはたらく力がつり合っている
⇔ばねBにはたらく力***F***と、ばねAが引く力とがつりあう
⇔ばねAが引く力は -***F*** である。

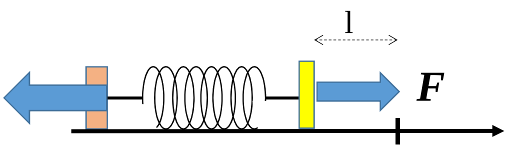
このことから、ばねAの弾性力の大きさは|***F***|
また、ばねBの弾性力の大きさも|***F***|。
以上から、$|\boldsymbol{F}| = k_1x_1 = k_2x_2$



ちなみに、Aも静止しているから、Aにも
大きさ*F*の力(-***F***)がどこかからはたらいている
さて、それはどこでしょう？

バネの伸び

まだ納得いかない人のために： バネ定数*k* のバネを力Fで引いたとき、*l* [m] のびた ---- フックの法則から $F = k\,l$



バネに注目すると
　力***F***で右方向に引かれている
だけではなく、
壁から、反対方向に引っ張られている

この２つの力がつりあっている
ので、バネは（伸びこそするが）
運動しない！
　つまり*F*=*kl*　が成り立つのは、
バネが両方から同じ大きさの力で
引っ張られているときに成り立つ
これがBの状態でもある

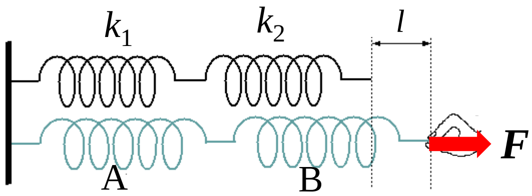
解答(2)

(2) (1)で直列につないだばねを「ひとつのばね」と見た時、このばねのばね定数を求めよ。

解答: 一つのバネと見たときのバネ定数をkとする。
(1)の解答から(AとBのそれぞれの伸びをx_1, x_2として)

$k_1x_1 = k_2x_2 = kl$　　　$x_1 = \frac{k_2 l}{(k_1+k_2)}$

$$\therefore\ k = \frac{k_1x_1}{l} = \frac{k_1k_2}{(k_1+k_2)}$$



参考： $k_1 = k_2$ ならば $k = \frac{k_1}{2}$ --- 元々ひとつのばねだとすると、
半分のばねのバネ定数は元のばねのばね定数の２倍！

よく見られた間違い

k_1+k_2

「並列」に接続され、それぞれの延びが等しい場合は、
掛かる力をそれぞれのバネで分散する。
この場合に限っては正しい

これは「ひもをつないでおもりをぶら下げる」場合に近い
それぞれのひもは下にあるおもり（とひも）を引っ張るが、
それ自体ではおもりの重さを分散していることにはならない

気になった解答

「公式より」

この問題は記憶ではなく、原理から答えを導こうとするもの

公式を知っているのはよいが、原理から公式を導けるようになろう