

第16回 てこと力のつり合い(1)

学習の要点

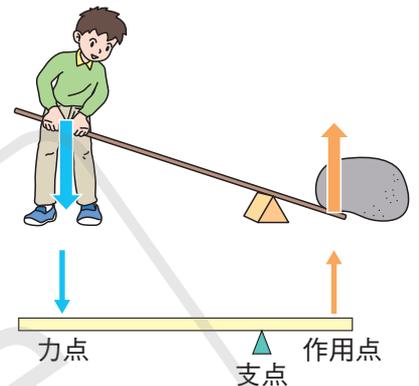
① てこの3点とてこの種類

(1) てこの3点 ⇨ 1

1の図のように、ある点を中心に回転できるようになっている棒をてこといいます。てこを使うと、小さな力を大きな力に変えたり、小さな動きを大きな動きに変えたりすることができます。てこには力のはたらく点が3つあり、これらをてこの3点といいます。

- ① 支点：てこを支える点で、回転の中心。
- ② 力点：てこに力を加えている点。
- ③ 作用点：てこがほかの物体に力をはたらかせている点。

▼1 てこの支点・力点・作用点



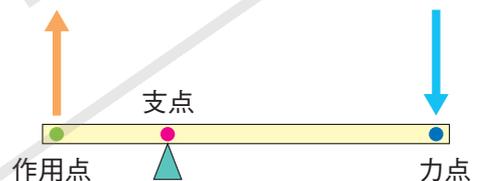
(2) てこを使った道具

てこを使った道具は、てこの3点の位置のちがいによって3種類に分けることができます。

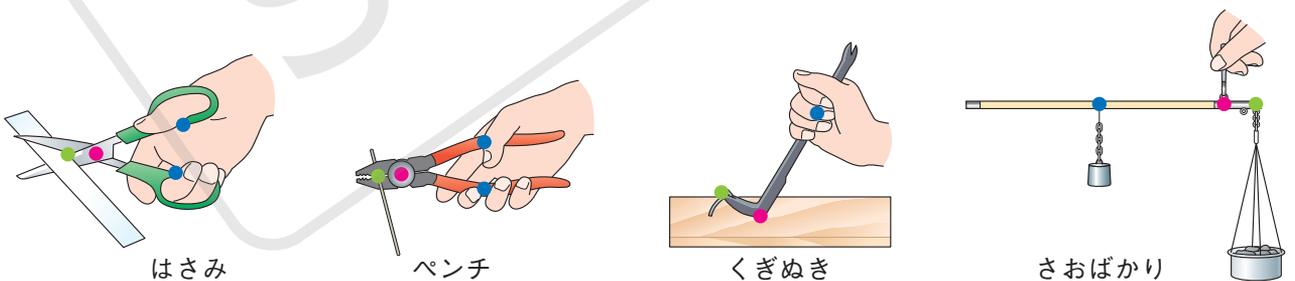
① 支点が力点と作用点の間にあるてこ(はさみ、ペンチ、くぎぬき、さおばかりなど) ⇨ 2・3

「支点から作用点までの間隔」よりも、「支点から力点までの間隔」のほうが広いものが多い。
⇒「力点に加えた力」よりも「作用点にはたらく力」のほうが大きくなるものが多い。

▼2 2点の間に支点があるてこ



▼3 2点の間に支点があるてこの例

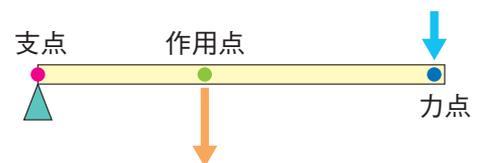


参考 3の図のはさみの作用点は紙を切る刃の部分であり、はさみを閉じるにつれて支点と作用点の間隔が広がっていくので、作用点にはたらく力がしだいに弱くなっていきます。支点に近いところ(はさみの刃の奥のほう)で切ると作用点(刃)に大きな力のはたらくので、分厚い紙や固い紙を切ることができます。

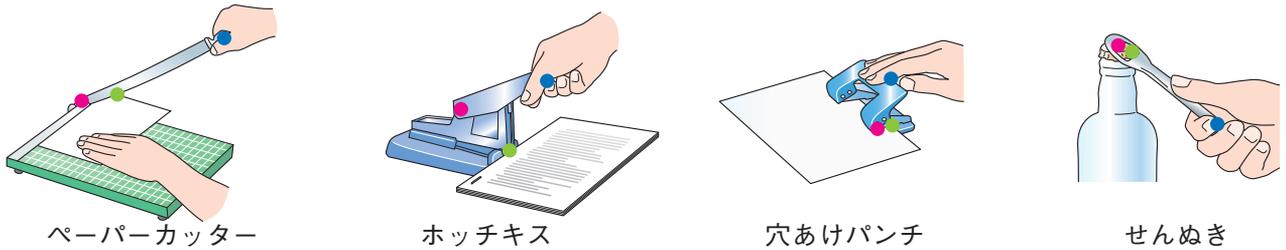
② 作用点が支点と力点の間にあるてこ(ペーパーカッター、ホッチキス、穴あけパンチ、せんぬきなど) ⇨ 4・5

「支点から力点までの間隔」よりも、「支点から作用点までの間隔」のほうがせまい。⇒つねに「力点に加えた力」よりも「作用点にはたらく力」のほうが大きくなる。

▼4 2点の間に作用点があるてこ



▼5 2点の間に作用点があるてこの例



ペーパーカッター

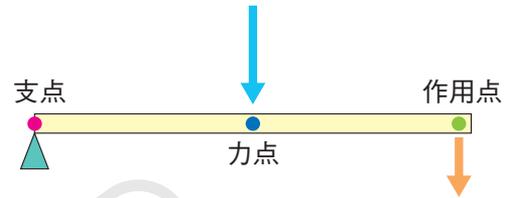
ホッチキス

穴あけパンチ

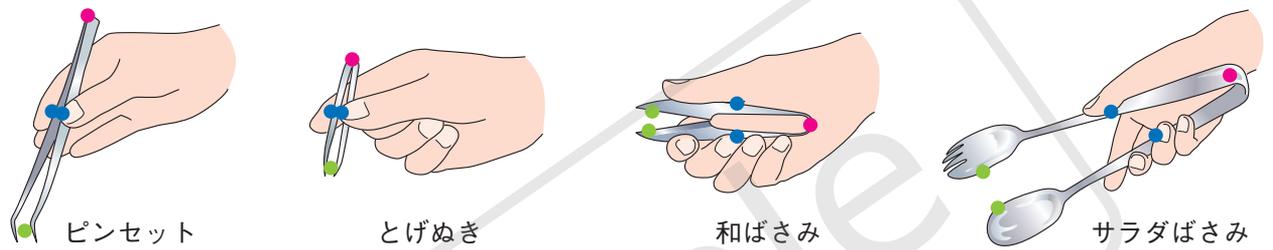
せんぬぎ

③ 力点が支点と作用点の間にあるてこ (ピンセット, とげぬき, 和ばさみ, サラダばさみなど) ⇨ 6・7

「支点から作用点までの間隔」よりも、「支点から力点までの間隔」のほうがせまい。⇒つねに「力点に加えた力」よりも「作用点にはたらく力」のほうが小さくなる。



▼7 2点の間に力点があるてこの例



ピンセット

とげぬき

和ばさみ

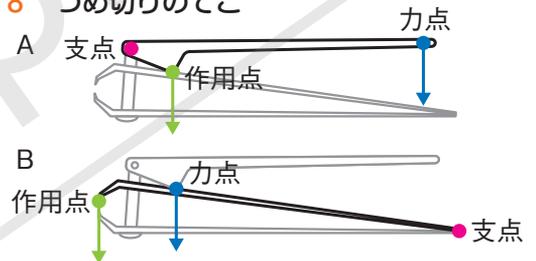
サラダばさみ



つめ切りのしくみ ⇨ 8

つめ切りでは、8の図のようにAとBの2つのでこが組み合わさっている。Aのでこで力点を下におすと作用点には下向きに力がはたらき、この力がBのでこの力点にかかる力になっている。

▼8 つめ切りのてこ



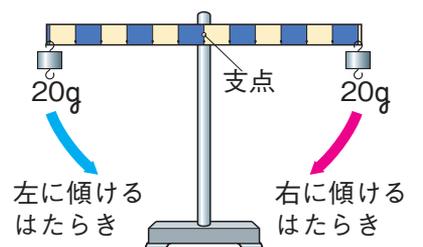
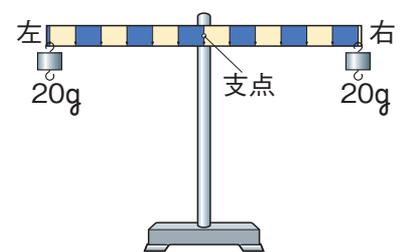
② 中心に支点があるてこのつり合い

(1) モーメント ⇨ 9

9の図のように、てこの支点から同じ距離きょりのところかたじに20gのおもりをつると、てこは水平になってつり合います。このあと、右側のおもりをはずすと、てこは左に傾き(左に回転し)、左側のおもりをはずすと、てこは右に傾き(右に回転し)ます。このことから、てこにつるしたおもりに、支点を中心にてこを左や右に傾けよう(回転させよう)とするはたらきがあることがわかります。このはたらきをモーメントといい、モーメントの大きさは次の式で求めることができます。

$$\text{モーメント} = \text{おもりの重さ} \times \text{支点からおもりまでの距離}$$

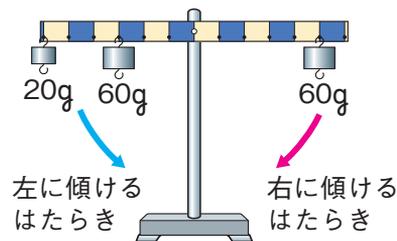
▼9 中心に支点があるてこ



(2) てこのつり合い ⑩

左右のモーメントが同じ大きさのとき、てこはつり合います。10の図の場合、てこを左に傾けようとするモーメントは、 $20(g) \times 6 + 60(g) \times 3 = 300$ 。てこを右に傾けようとするモーメントは、 $60(g) \times 5 = 300$ 。左右のモーメントがどちらも300になるので、このてこはつり合います。

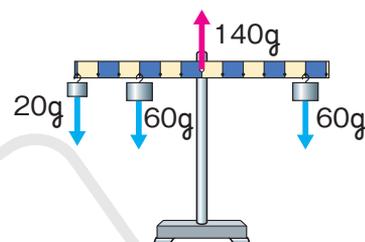
▼10 てこのつり合い



(3) 上下の力のつり合い ⑪

11の図のてこにつけてあるおもりにはたらく下向きの力の合計は、 $20 + 60 + 60 = 140(g)$ です。これらの下向きの力を支えているのは支点なので、支点は上向きに140gの力でてこ全体を支えていることになります。

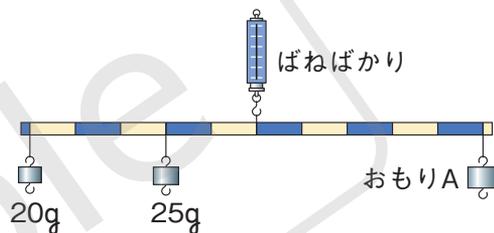
▼11 力のつり合い



上向きの力の合計 = 下向きの力の合計

例題 右の図のように、同じ間隔で目盛りがついている棒に3個のおもりをつるして水平につり合わせました。ただし、棒の重さは考えないものとします。

- (1) おもりAの重さは何gですか。
- (2) ばねばかりは何gを示しますか。



解き方 (1) 棒を左に傾けようとするモーメントは、 $20(g) \times 5 + 25(g) \times 2 = 150$ 。棒を右に傾けようとするモーメントが150になれば、棒は水平になってつり合うので、おもりAの重さは、 $150 \div 5 = 30(g)$

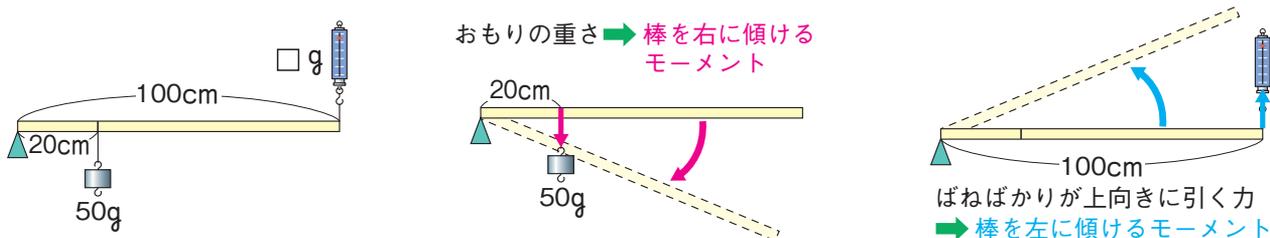
(2) 3つのおもりの重さの合計と同じ大きさの力が、ばねばかりにかかります。
 $20 + 25 + 30 = 75(g)$

③ 端に支点があるてこ

(1) てこのつり合い ⑫

12の図のように、支点が左端にあるてこがつり合っているとします。このてこでは、おもりの重さによって、支点を中心にしてこを右に傾けようとするモーメントがはたらき、ばねばかりが上向きに引く力によって、支点を中心にして左に傾けようとするモーメントがはたらいています。これらのモーメントの大きさが等しいので、このてこは水平になってつり合っています。

▼12 端に支点があるてこ

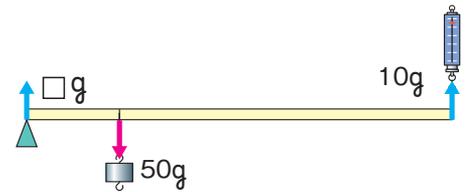


おもりの重さによって、てこを右に傾けようとするモーメントは、 $50(g) \times 20(cm) = 1000$ なので、ばねばかりによって、てこを左に傾けようとするモーメントが1000になればつり合います。よって、ばねばかりが上向きに支える力は、 $1000 \div 100(cm) = 10(g)$ です。

(2) 上下の力のつり合い ⇨ 13

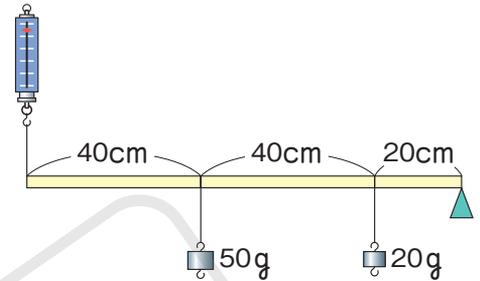
端に支点があるてこでも、上向きの力と下向きの力の間に つり合いが成立します。13の図のてこでは、下向きにおもりの重さ50g、上向きにばねばかりが引く力10gがかかっています。よって、支点が上向きに支える力が、 $50 - 10 = 40(g)$ になります。

▼13 上下の力のつり合い



例題 右の図のように、2個のおもりをつるした棒の左端をばねばかりで支えて水平につり合わせました。ただし、棒の重さは考えないものとします。

- (1) ばねばかりは何gを示しますか。
- (2) 支点が上向きに支える力は何gですか。



解き方 (1) 棒を左に傾けようとするモーメントは、 $50(g) \times (20 + 40)(cm) + 20(g) \times 20(cm) = 3400$ 棒を右に傾けようとするモーメントが3400になれば棒は水平になってつり合うので、ばねばかりが上向きに支える力は、 $3400 \div (40 + 40 + 20)(cm) = 34(g)$ です。

(2) 下向きの力の合計は、 $50 + 20 = 70(g)$ ばねばかりが上向きに支える力が34gなので、支点が上向きに支える力は、 $70 - 34 = 36(g)$ です。

④ 両端を支えるてこ

(1) 支点をつくり、モーメントで考える ⇨ 14

14の図のように、てこの左右をばねばかりでつるしておもりをつり下げ、てこを水平につり合わせます。このように支点の位置がはっきりしないてこの場合は、てこの端を支点として考えます。てこの左右どちらの端を支点として考えても、かかる力を求めることができます。

① てこの左端のばねばかりAを支点とする場合

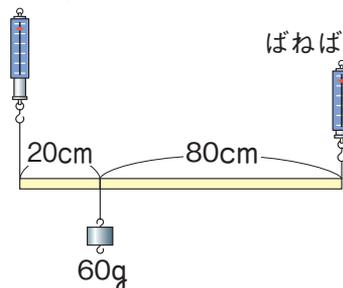
ばねばかりBにかかる力を $\square g$ とすると、てこを左右に傾けようとするモーメントが等しいことから、 $60(g) \times 20(cm) = \square(g) \times (20 + 80)(cm)$ より、 $\square = 12(g)$ です。よって、支点にかかる力(=ばねばかりAにかかる力)は、 $60 - 12 = 48(g)$ です。

② てこの右端のばねばかりBを支点とする場合

ばねばかりAにかかる力を $\square g$ とすると、てこを左右に傾けようとするモーメントが等しいことから、 $60(g) \times 80(cm) = \square(g) \times (20 + 80)(cm)$ より、 $\square = 48(g)$ です。よって、支点にかかる力(=ばねばかりBにかかる力)は、 $60 - 48 = 12(g)$ です。

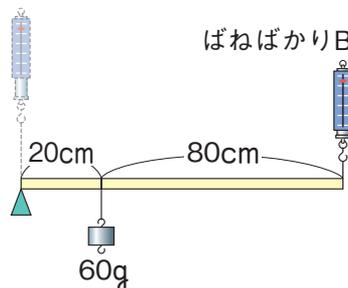
▼14 両端を支えるてこ(モーメント)

ばねばかりA



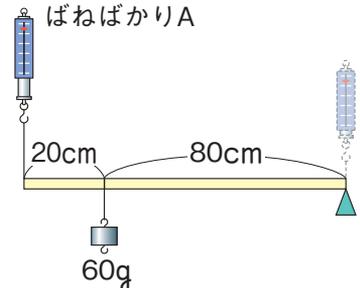
ばねばかりB

①てこの左端を支点として考える。



ばねばかりB

②てこの右端を支点として考える。



ばねばかりA

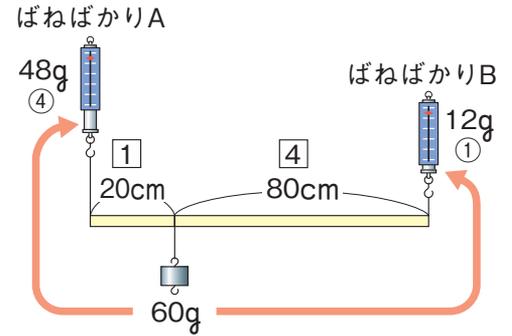
(2) 比を使って考える ⇨ 15

14の図のてこを15の図のように比を使って考えると、次のような関係が成り立ちます。

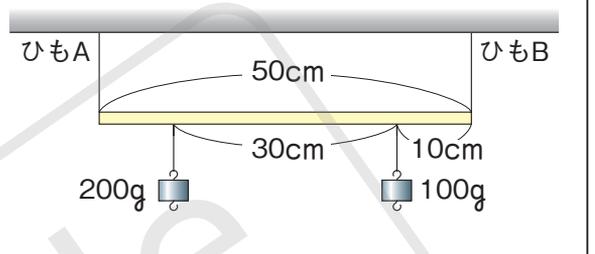
おもりからの距離の比	
ばねばかりA : ばねばかりB = 1 : 4	逆比になる
ばねばかりにかかる重さ	
ばねばかりA : ばねばかりB = 4 : 1	

よって、ばねばかりAにかかる重さは、 $60(g) \times \frac{4}{4+1} = 48(g)$ となり、ばねばかりBにかかる重さは、 $60 - 48 = 12(g)$ です。

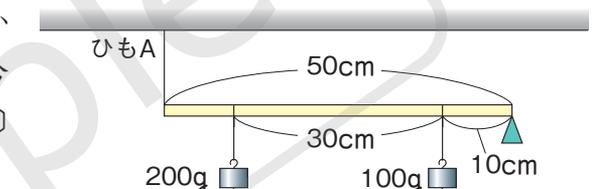
▼15 両端を支えるてこ(比)



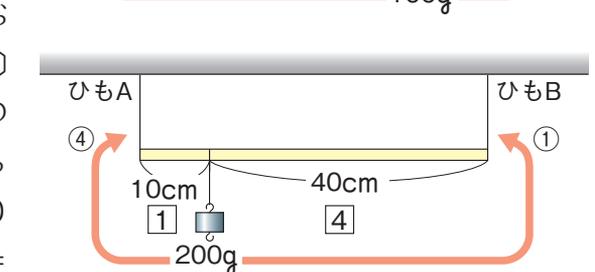
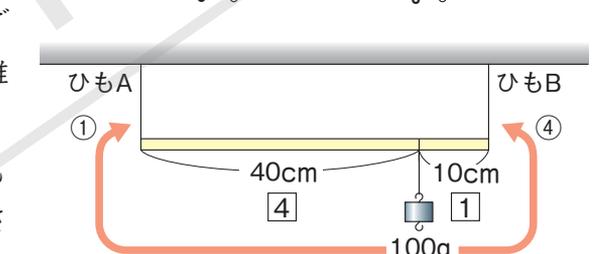
例題 右の図のように、100gと200gのおもりをつるした棒の両端をひもで支えて水平につり合わせました。このとき、ひもAにかかる重さは何gですか。ただし、棒の重さは考えないものとします。



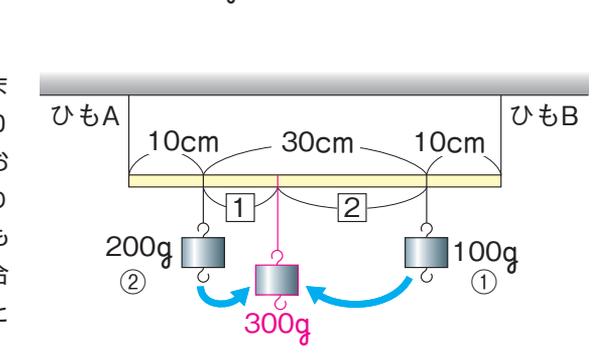
解き方1 棒の右端を支点として考えます。ひもAにかかる重さを□gとすると、左右のモーメントのつり合いより、 $200(g) \times (30+10)(cm) + 100(g) \times 10(cm) = \square(g) \times 50(cm)$ となり、 $\square = 180(g)$ です。



解き方2 それぞれのおもりからひもまでの距離の比で考えます。100gのおもりからひもA、Bまでの距離の比は、 $40(cm) : 10(cm) = 4 : 1$ なので、ひもA、Bにかかる重さの比はその逆比になり、ひもA : ひもB = $1 : 4$ になります。よって、ひもAにかかる重さは、 $100(g) \times \frac{1}{1+4} = 20(g)$ です。同様に、200gのおもりからひもA、Bまでの距離の比は、 $10(cm) : 40(cm) = 1 : 4$ なので、ひもA、Bにかかる重さの比はその逆比になり、ひもA : ひもB = $4 : 1$ になります。よって、ひもAにかかる重さは、 $200(g) \times \frac{4}{4+1} = 160(g)$ で、ひもAにかかる重さの合計は、 $20 + 160 = 180(g)$ です。



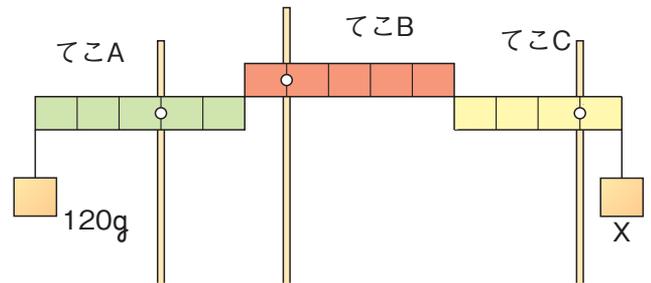
参考 上の例題において、2個のおもりを15の図のように1個にまとめて考えることができます。おもりの重さの比が、 $200(g) : 100(g) = 2 : 1$ なので、2個のおもりからの距離が、おもりの重さの比の逆比の1 : 2になる位置に、300gのおもりがつるされていると考えます。棒の右端を支点と考え、ひもAにかかる重さを□gとすると、左右のモーメントのつり合いより、 $300(g) \times (20+10)(cm) = \square(g) \times 50(cm)$ となり、 $\square = 180(g)$ です。



発展学習

1 複雑なてこの計算問題

例題1 同じ間隔で目盛りがつけられた棒を3本用意し、右の図のようにてこA～Cをつくりました。てこAに120gのおもりをつるし、てこCに重さのわからない物体Xをつるすと、てこA～Cはすべてつり合いました。おもりXの重さは何gですか。ただし、棒の重さは考えないものとします。

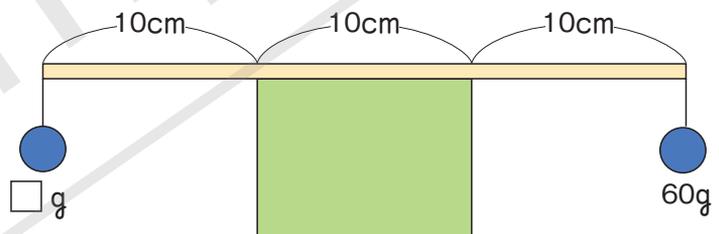


解き方 てこAの左端につるされている120gのおもりによって、てこAが左に傾き、てこAの右端がてこBの左端を上向きにおします。てこAの右端にかかる力の大きさは、 $120(g) \times 3 \div 2 = 180(g)$ です。

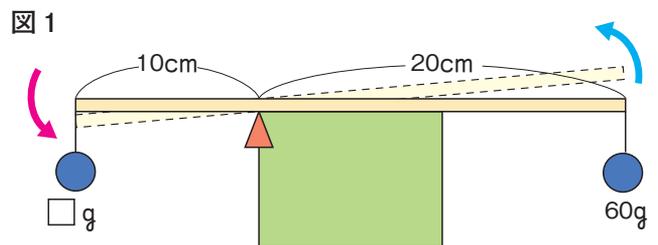
次に、てこBの左端が180gの力で上向きにおされるので、てこBが右に傾き、てこBの右端がてこCの左端を下向きにおします。てこBの右端にかかる力の大きさは、 $180(g) \times 1 \div 4 = 45(g)$ です。

てこCの左端が45gの力で下向きにおされるので、てこCが左に傾くモーメントの大きさは、 $45(g) \times 3 = 135$ です。よって、てこCの右端につるした物体Xの重さは、 $135 \div 1 = 135(g)$ です。

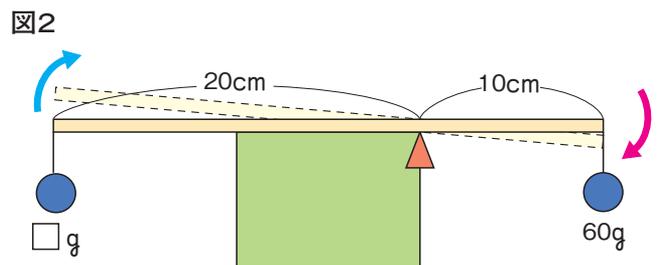
例題2 長さ30cmの棒と、はばが10cmの台があります。右の図のように、棒の右端に60gのおもりをつるしました。この棒を水平につり合わせるためには、棒の左端に何g以上何g以下のおもりをつるせばよいですか。ただし、棒の重さは考えないものとします。



解き方 左端につるすおもりが重すぎてつり合わなくなると、図1のように棒が左に傾くので、台の左端が支点になります。台の左端が支点となって棒がつり合うとき、左端につるすおもりの重さは、 $60(g) \times 20(cm) = \square(g) \times 10(cm)$ より、 $\square = 120(g)$



左端につるすおもりが軽すぎてつり合わなくなると、図2のように棒が右に傾くので、台の右端が支点になります。台の右端が支点となって棒がつり合うとき、左端につるすおもりの重さは、 $60(g) \times 10(cm) = \square(g) \times 20(cm)$ より、 $\square = 30(g)$

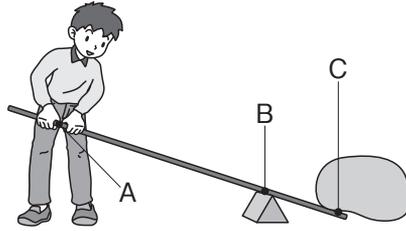


よって、つるすおもりの重さが30g以上120g以下であれば、棒はつり合います。

トレーニング

1 次の問いに答えなさい。➡①

□(1) 右の図のてこのA～Cの点をそれぞれ何といいますか。

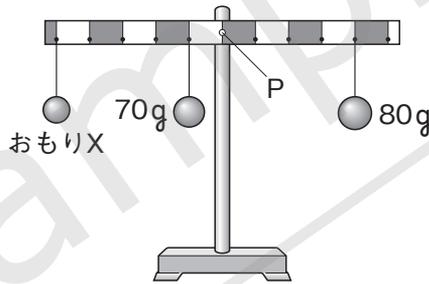


□(2) てこがほかの物体に力をはたらかせている点はA～Cのどれですか。

□(3) 図のときよりも、石に大きい力をはたらかせるためにはどのようにすればよいですか。次のア～エから2つ選び、記号で答えなさい。

- ア A-B間の距離を長くする。
- イ A-B間の距離を短くする。
- ウ B-C間の距離を長くする。
- エ B-C間の距離を短くする。

2 右の図のようにおもりをつるすと、てこはつり合いました。これについて、次の問いに答えなさい。ただし、てこの重さは考えないものとします。➡②



□(1) 図の点Pを何といいますか。

□(2) 点Pから右に4目盛り離れたところにつるされている80gのおもりによって、てこが右回りに回転するモーメントはいくつになりますか。

□(3) 点Pから左に1目盛り離れたところにつるされている70gのおもりによって、てこが左回りに回転するモーメントはいくつになりますか。

□(4) 点Pから左に5目盛り離れたところにつるされているおもりXによって、てこが左回りに回転するモーメントはいくつになりますか。

□(5) おもりXの重さは何gですか。

□(6) 点Pにかかる重さは何gですか。

(1) A

B

C

(2)

(3)

(1)

(2)

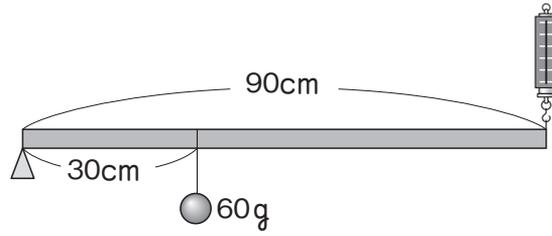
(3)

(4)

(5) _____ g

(6) _____ g

③ 右の図のてこはつり合っています。このてこについて、次の問いに答えなさい。ただし、棒の重さは考えないものとします。➡③



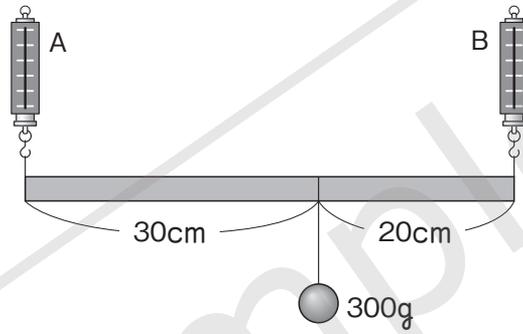
- (1) 60gのおもりによって、てこを右回りに回転させるモーメントはいくつですか。
- (2) ばねばかりの示す値は何gですか。
- (3) 支点が支えている重さは何gですか。

(1) _____

(2) _____ g

(3) _____ g

④ 右の図のように、棒におもりをつらし、両端をばねばかりA、Bでつるして棒を水平にしました。これについて、次の問いに答えなさい。ただし、棒の重さは考えないものとします。



➡④

- (1) 棒の左端を支点として考えます。次の①～③に答えなさい。
 - ① 300gのおもりによって、棒を右回りに回転させるモーメントはいくつになりますか。
 - ② ばねばかりBの示す値は何gですか。
 - ③ ばねばかりAの示す値は何gですか。
- (2) おもりからばねばかりA、Bまでの距離の比で考えます。次の①～④に答えなさい。
 - ① おもりからばねばかりAまでの距離と、おもりからばねばかりBまでの距離との比を、最も簡単な整数の比で答えなさい。
 - ② ばねばかりAとばねばかりBの示す値の比を、最も簡単な整数の比で答えなさい。
 - ③ ばねばかりAの示す値は何gですか。
 - ④ ばねばかりBの示す値は何gですか。

(1)① _____

② _____ g

③ _____ g

(2)① _____ :

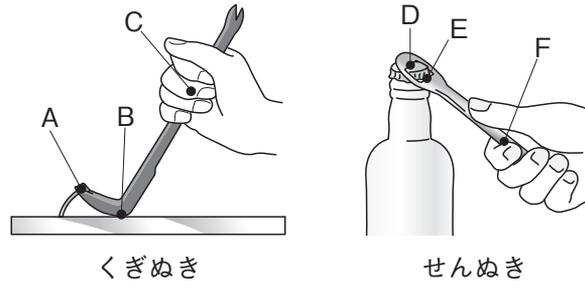
② _____ :

③ _____ g

④ _____ g

基本問題

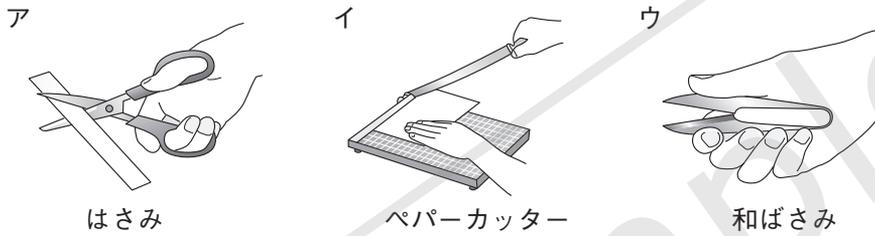
1 右の図は、くぎぬきでくぎをぬいているときのようすと、せんぬきでせんをぬいているときのようすを表しています。これについて、次の問いに答えなさい。➡ ①



□(1) 図のA点～F点をそれぞれ何といいますか。次のア～ウから1つずつ選び、それぞれ記号で答えなさい。

ア 力点 イ 支点 ウ 作用点

□(2) くぎぬきと同じでこのしくみになっているものを次のア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。

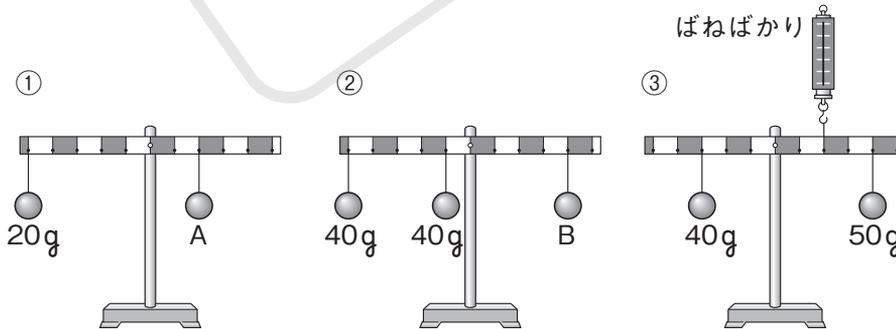


□(3) せんぬきと同じでこのしくみになっているものを(2)のア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。

□(4) (2)のア～ウのうち、力点に加えた力よりも作用点にはたらく力のほうが必ず小さくなるものを1つ選び、記号で答えなさい。

1		A
		B
		C
(1)		D
		E
		F
(2)		
(3)		
(4)		

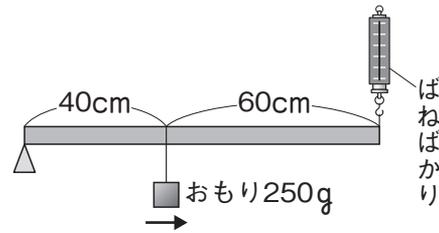
2 次の①～③のようにおもりをつり下げ、てこを水平につり合わせました。これについて、あとの問いに答えなさい。ただし、てこの重さは考えないものとします。➡ ②



- (1) ①のおもりAの重さは何gですか。
- (2) ②のおもりBの重さは何gですか。
- (3) ③のばねばかりの示す値は何gですか。
- (4) ①～③のてこについて、支点に最も大きな力がかかっているのはどれですか。①～③の番号で答えなさい
- (5) (4)のてこの支点にかかる力は何gですか。

2		
(1)		g
(2)		g
(3)		g
(4)		
(5)		g

3 右の図のようなてこをつくり、水平につり合わせました。これについて、次の問いに答えなさい。ただし、棒の重さは考えないものとします。➡③



3

(1)	g
(2)	g
(3)	

- (1) ばねばかりの目盛りは何gを示していますか。
- (2) 支点にかかる力の大きさは何gですか。
- (3) 棒につるしたおもりを少しずつ矢印の向きに動かしていきました。ばねばかりの目盛りが示す値はどうなっていますか。次のア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。
ア 大きくなる。 イ 小さくなる。 ウ 変化しない。

4 次の図のように棒におもりをつるし、棒の両端をばねばかりで支えて、棒を水平にしました。これについて、あとの問いに答えなさい。ただし、棒の重さは考えないものとします。➡④

図1

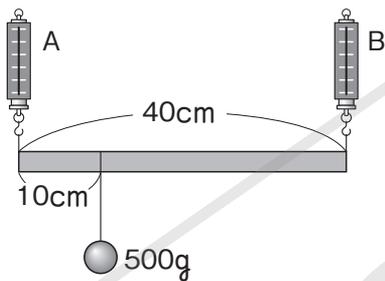
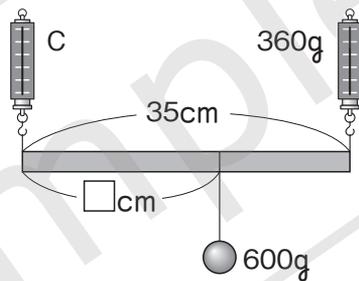


図2



4

(1)	g
(2)	g
(3)	g
(4)	cm

- (1) 図1のばねばかりAの示す値は何gですか。
- (2) 図1のばねばかりBの示す値は何gですか。
- (3) 図2のばねばかりCの示す値は何gですか。
- (4) 図2のばねばかりCからおもりまでの距離は何cmですか。

5 次の図のように棒におもりをつるし、棒の両端をばねばかりで支えて、棒を水平にしました。これについて、あとの問いに答えなさい。ただし、棒の重さは考えないものとします。➡④

図1

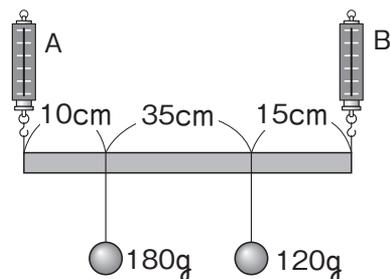
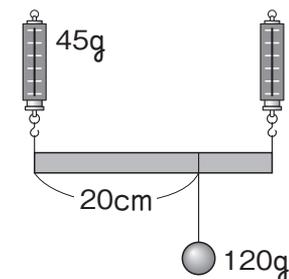


図2



5

(1)	g
(2)	g
(3)	cm

- (1) 図1のばねばかりAの示す値は何gですか。
- (2) 図1のばねばかりBの示す値は何gですか。
- (3) 図2の棒の長さは何cmですか。