

最難関中コース
理科 標準

問題

36. ばね・てんび
ん D

中受ゼミ G

2種類のばね A, ばね B を用意し, それぞれにいろいろな重さのおもりをつるして, おもりの重さとそれぞれのばねの長さの関係を調べると, 次の表 1, 表 2 のようになりました。これらのばねを用いた実験について, 後の問 1~問 5 に答えなさい。

表 1

おもりの重さ[g]	20	40	60	80
ばね A の長さ[cm]	10	12	14	16

表 2

おもりの重さ[g]	20	40	60	80
ばね B の長さ[cm]	15	18	21	24

図 1 のように, ばね A を天井からつるし, 重さ 100g のコイルをつけ, 静かに手をはなしました。次に, ばね B がばね A の真下になるように床に取り付け, その上に 40g の鉄でできたおもりをのせ, 静かに手をはなすと, ばね B は途中で折れることなくまっすぐになりました。このとき, コイルには電流は流していないものとします。

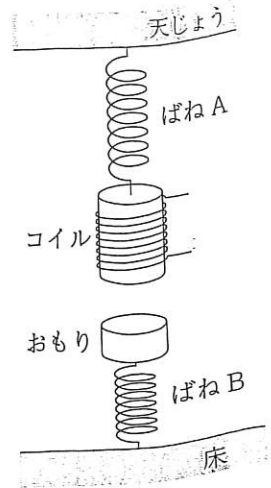


図 1

問 1 ばね A, ばね B の長さはそれぞれ何 cm ですか。

問 2 コイルに電流を流すと, ばね A は図 1 の状態から 2 cm のびて静かに止まりました。ばね B の長さは何 cm になりましたか。ただし, コイルとおもりが引き合う力の大きさは同じです。

次に, 図 2 のように水平な台の上にはばね A, ばね B を取り付け, ばねのもう一方のはしには同じ種類のコイル X, コイル Y を取り付けました。コイル X の a と b, コイル Y の c と d の間に電池をつないで, それぞれのコイルに電流を流すと, ばね A は 3 cm のびました。コイル X, コイル Y と台の間にはまさつはないものとします。

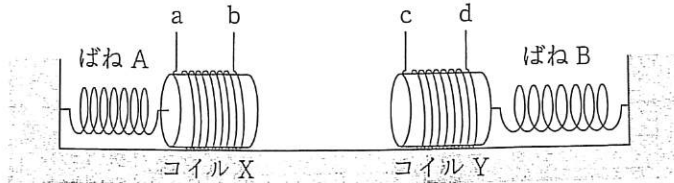


図 2

問 3 コイル X の a と b, コイル Y の c と d には電池の+, -極のどちらがつながっていますか。また, コイル X とコイル Y の間ではたらく力はどうのような力ですか。次の表のア~エから正しい組み合わせのものを 1 つ選び, 記号で答えなさい。

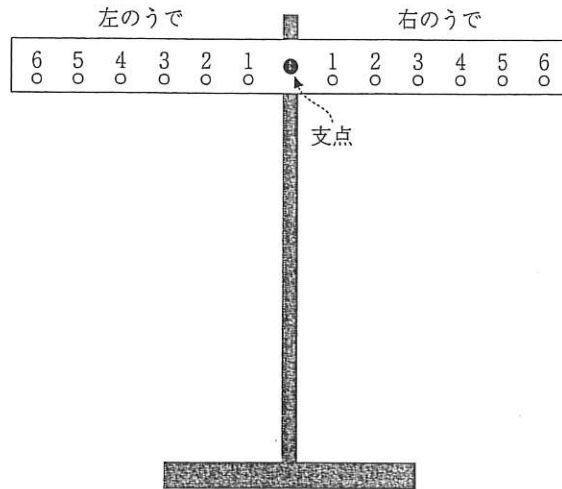
	a	b	c	d	はたらく力
ア	+	-	+	-	引き合う力
イ	+	-	+	-	反発する力
ウ	+	-	-	+	引き合う力
エ	+	-	-	+	反発する力

問 4 ばね A に加わる力は何 g ですか。

問 5 ばね B の長さは何 cm ですか。ただし, コイル X と Y がおよぼし合う力の大きさは同じです。

次の文章を読んで、後の問1～問4に答えなさい。

下図のように、支点がうでの中央にあり、うでが水平になってつりあうように作られている実験用のてこがあります。その左右のうでは、中央から等間かくに並んだ穴が6個ずつあいており、中心に近い穴から順に1～6の番号がつけられています。この穴につるすことができる10gのおもりを20個用意して、次の実験1～実験5をしました。



実験1 左のうでの穴6におもりを1個つるし、右のうでの穴6におもりを1個つるしたところ、うでは水平になってつりあいました。

実験2 左のうでの穴6におもりを1個つるし、右のうでの穴3におもりを2個つるしたところ、うでは水平になってつりあいました。

実験3 左のうでの穴6におもりを1個つるし、右のうでの穴2におもりを3個つるしたところ、うでは水平になってつりあいました。

実験4 左のうでの穴5におもりを2個つるし、右のうでの穴1を除く異なる穴にそれぞれ1個ずつのおもりを合計3個つるしたところ、うでは水平になってつりあいました。

実験5 左のうでの穴5におもりを2個つるし、右のうでの異なる穴にそれぞれ1個ずつのおもりを合計4個つるしたところ、うでは水平になってつりあいました。

問1 実験1～実験3の結果から、支点の左側と右側でどのような量が等しいときに、うでが回転せず、水平になってつりあいますか。その量を次のア～エから選び、記号で答えなさい。

ア (穴の番号) × (おもりの数) イ (穴の番号) ÷ (おもりの数)

ウ (穴の番号) + (おもりの数) エ (穴の番号) - (おもりの数)

問2 実験4で、3個のおもりをつるした右のうでの3つの穴の番号を、2～6の数字で答えなさい。

問3 実験5で、4個のおもりをつるした右のうでの4つの穴の番号を、1～6の数字で答えなさい。

問4 図の状態から、左のうでの1～6のすべての穴にそれぞれ1個ずつおもりをつるしたとき、右のうでの穴におもりをつるして、うでが水平になってつりあうためには最低何個のおもりが必要になりますか。ただし、右側のそれぞれの穴につるすおもりの個数には制限はないものとします。

次の文の（ ）内に、適当な数値を入れなさい。

テコ等を用いて、重さ 24kg の物体 M を持ち上げることを考えてみよう。

まず図 1 のように、うでの長さの比が 1 : 4 であるテコの場合、加えるべき力は（ア）kg である。また、この物体 M を 10cm 持ち上げるためには、力を加えている場所を（イ）cm 下へ動かさねばならない。

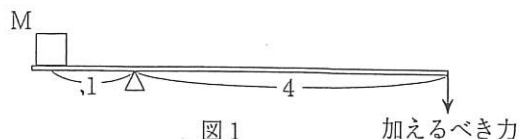


図 1

このことから、

物体の重さ × 持ち上げた高さ = 加えた力の大きさ × 動かした距離……式①
であることがわかる。

次に図 2 のような半径の比が 1 : 3 であるような輪軸りんじくを用いる場合を考える。

このとき、ひもを引く力の大きさは（ウ）kg である。このとき物体を 20cm 持ち上げるためには、ひもを（エ）cm 引かねばならない。このことから、このときも式①が成り立っている。

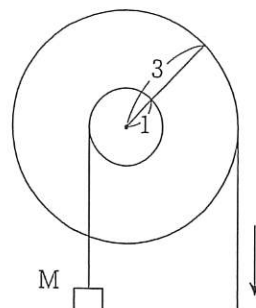


図 2

この 2 つの例で式①が成り立っているので、この式はいつでも成り立つと考えることにしよう。

次に、図 3 のような、(斜面の長さ) : (高さ) の比が 2 : 1 であるような斜面にそって物体 M を持ち上げることを考える。

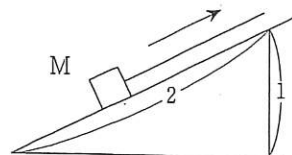


図 3

ただし、斜面にまさつはないものとする。

このときは、物体 M を垂直に 50cm 持ち上げるために、ひもを斜面方向に（オ）cm 引かねばならない。したがって、式①を用いると、ひもを引く力の大きさは（カ）kg となる。

最後に、ネジなどの斜面を用いることを考えてみる。(以下は、必要であれば円周率を 3.1 として計算しなさい。ただし、(ケ)は小数第一位を四捨五入し、(コ)は小数第二位を四捨五入して答えなさい。)

図 4 のように、半径 3cm で、ネジ山とネジ山のかんかくが 2mm のジャッキで物体 M を持ち上げる。このジャッキは、回転させる棒のハンドル K を 1 回転させると、ネジが 1 回転し、物体が 2mm 持ち上がる。

物体 M を 2cm 持ち上げるためにはネジを（キ）回転させなければならない。このときハンドル K の回転の半径は 15cm であったとすると、（キ）回転させるのに、持っている場所を（ク）cm 動かさねばならない。これから、棒を回転させるために必要な力の大きさは（ケ）g ですむことになる。

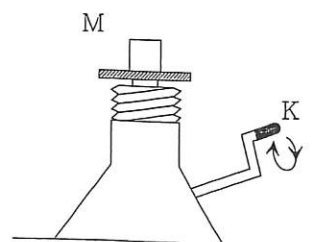


図 4

このジャッキを用いて、重さ 1 トン (1000kg) の自動車を持ち上げるには（コ）kg の力で、ハンドルを回せばよいことになる。

次の文章を読んで、問いに答えなさい。

図1は、一様な棒 AB（長さ1m）の一端 A が支点で支えられ、もう一方の端 B に小さな鉄の球のおもり（重さ 20g）を置き、それを A から 20cm のところに結びつけたばねはかりでつるして、棒を水平につりあわせたときの状態を示しています。

以下の問いを解くときには、棒の重さは考えなくてもよいとします。また、棒の上をおもりの鉄の球が移動しやすいように、棒には図2のようになめらかな「みぞ」がつけられています。

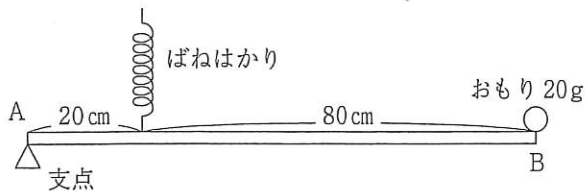


図1

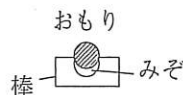


図2. おもりが棒にのっている断面図

問1 このとき、ばねはかりの目盛りは何 g をさしていますか。

いま図3のように、おもりを端 A から 10cm のところに移動させ、やはり棒を水平にしてつり合わせました。

問2 このとき、ばねはかりの目盛りは何 g をさしますか。

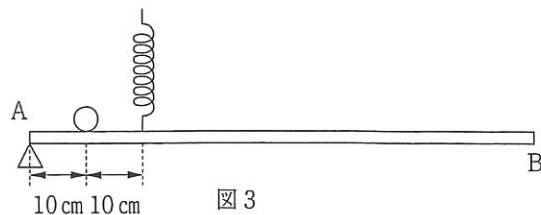
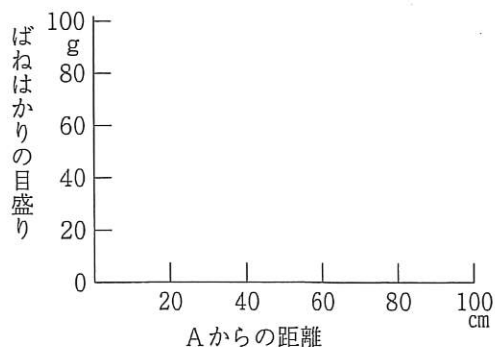


図3

問3 おもりを図1の位置から図3の位置に移動させていくと、ばねはかりの目盛りの読みは規則的に変化していくのがわかります。ただしこのとき棒がいつも水平になるように、ばねは自由に上げ下げができるようになっています。その変化のようすを、解答らんにあるグラフ上（横軸を A 端からの距離、たて軸をばねはかりの目盛りの読みとします）に一本の直線か曲線で示しなさい。



次に図4のように、前と同じ棒 AB の端、A から 30cm のところを支点で支え、A 端に 20g、B 端に 30g の小さな鉄球のおもりをそれぞれのせ、棒の中心の位置 (A 端から 50cm) をばねはかりでつるして、水平につり合わせました。

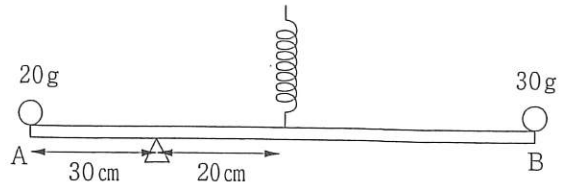


図4

問4 このとき、ばねはかりの目盛りの読みは何 g ですか。

さらに、両端にあるおもりを同時にはじいて、それぞれ一定の速さで向かい合わせに運動させました。(A 端のおもりは毎秒 3cm で右向きに、B 端のおもりは毎秒 2cm で左向きに運動させました。) なおこの場合も、棒がつねに水平になるように、ばねはかり

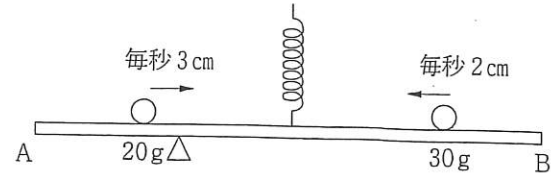


図5

りは上下に自由に上げ下げできるようになっています。おもりはばねはかりを自由に通過できるものとします。

問5 2秒後、おもりがそれぞれの位置にあるしゅん間の、ばねはかりの目盛りの読みは何 g ですか。

問6 2つのおもりは、何秒後に、A 端から何 cm のところで衝突しょうとつしますか。

問7 衝突しょうとつしたしゅん間の、ばねはかりの目盛りの読みは何 g ですか。

問8 上の結果から、この実験の場合、ばねはかりの目盛りの読みは、どのような規則性をもっていると考えられますか。下から適当な番号を選びなさい。

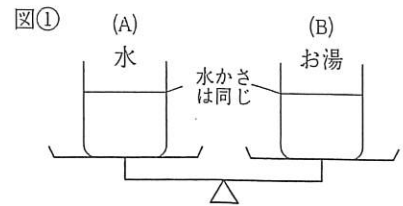
2つのおもりの出発点(両端)から、衝突しょうとつする位置に達するまで、

- ① 目盛りの読みは規則的に小さくなるだろう。
- ② 目盛りの読みは規則的に大きくなるだろう。
- ③ 目盛りの読みはつねに一定で変わらないだろう。
- ④ 目盛りの読み変化のしかたはいろいろで、規則性はないだろう。

次のそれぞれのものを、(A)の状態から(B)の状態へ変化させました。このとき、変化の前と後では重さはどうかわりますか。(A)の方が重くなるときは $>$ 、(B)の方が重くなるときは $<$ 、重さが変わらないときは $=$ 、どちらとも言えないときは \times 印を、それぞれ解答らんに入れなさい。ただし、あとの(1)~(8)では、ビーカーの水のじょう発については考えないでよろしい。

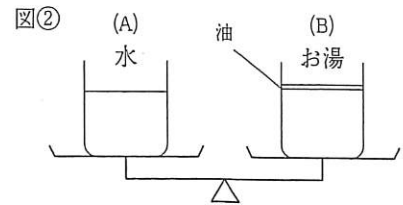
(1)(A) ビーカーに水を入れたもの。

(B) (A)のビーカーの水を熱したところ水かさが少し増えたので、その分捨てて水のとときと同じ水かさにしたもの。(図①)



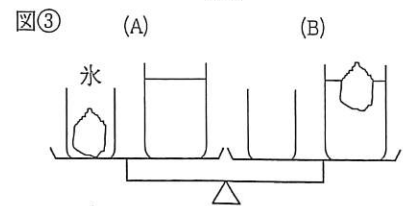
(2)(A) (1)と同じビーカーに水を入れたもの。

(B) (1)の(B)で捨てた水と同じかさのぶんの油を水の上に加えたもの。(図②)



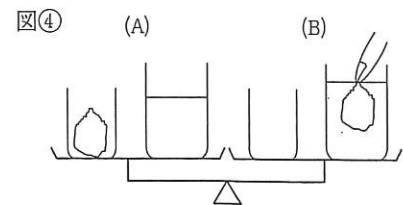
(3)(A) 氷のかたまりと水の入ったビーカー。

(B) 氷のかたまりを水に入れたところ、氷は水に浮かび、水かさが増えたもの。(図③)



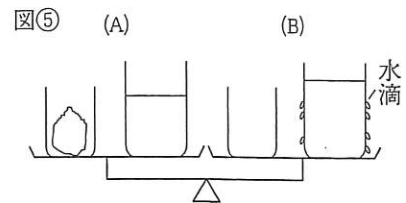
(4)(A) (3)の(A)と同じ、氷のかたまりと水の入ったビーカー。

(B) (3)の(B)で、浮かんだ氷の部分を指で軽く押して、氷をすべて水中につけた状態のもの。(図④)



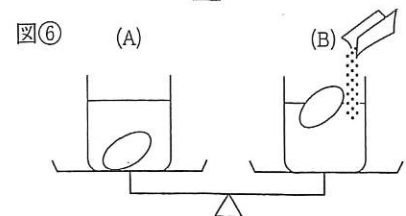
(5)(A) (3)の(A)と同じ、氷のかたまりと水の入ったビーカー。

(B) (3)の(B)で、しばらくすると、氷がとけて、ビーカーの外表面に水滴がついた状態のもの。(図⑤)



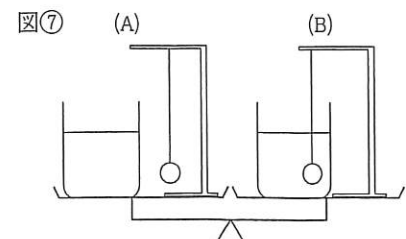
(6)(A) ビーカーに水を入れ、そこに卵を沈めたもの。

(B) (A)のビーカーに食塩を加えて卵を浮かばせたもの。(図⑥)



(7)(A) 水を入れたビーカーと、おもりを糸でつるした支持台。

(B) (A)のおもりを水中につけた状態のもの。(糸はたるんでいません) (図⑦)



(8)(A) (7)と同じ、水を入れたビーカーと、おもりを糸でつるした支持台。

(B) (7)の状態から糸を切り、おもりをビーカーの底に沈めた状態のもの。(図⑧)

(9)(A) 宙ぶりのゴンドラに人が乗っている状態のもの。

(B) (A)と同じ体重の人が、ゴンドラに乗って、かっ車を通して自分のゴンドラを引いて宙ぶりの状態にしたもの。(図⑨)
(かっ車やひもの重さは考えません)

(10)(A) 天びんに乗った人が定かっ車を用いておもりを空中で支えている状態のもの。

(B) (A)と同じ体重の人が、動かっ車一つを用いて同じ重さのおもりを空中で支えている状態のもの。(図⑩) (おもりは人より軽く、かっ車やロープの重さは考えません)

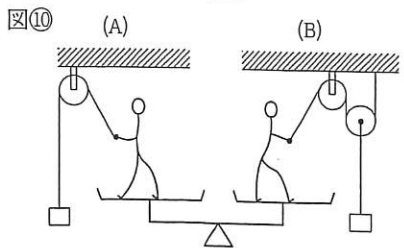
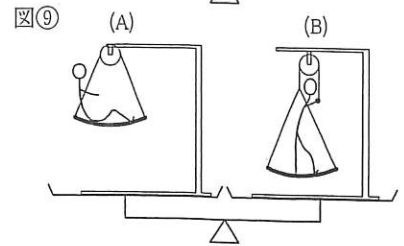
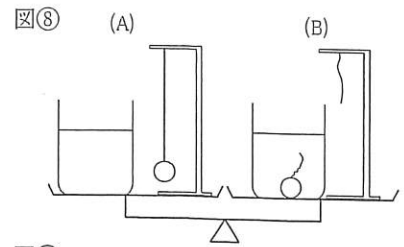


図1は3つのおもり A, B, C が糸によって、てんびんやかっ車につけられてつりあっている状態を示しています。また図2は、図1で使われているばね D, E, F (ばねはみな同じものとしま^す) が、つるされたおもりの重さによってどのように伸びるかをグラフに表したものです。てんびんや糸、かっ車、ばねの重さなどは考えないものとして、下の問いに答えなさい。

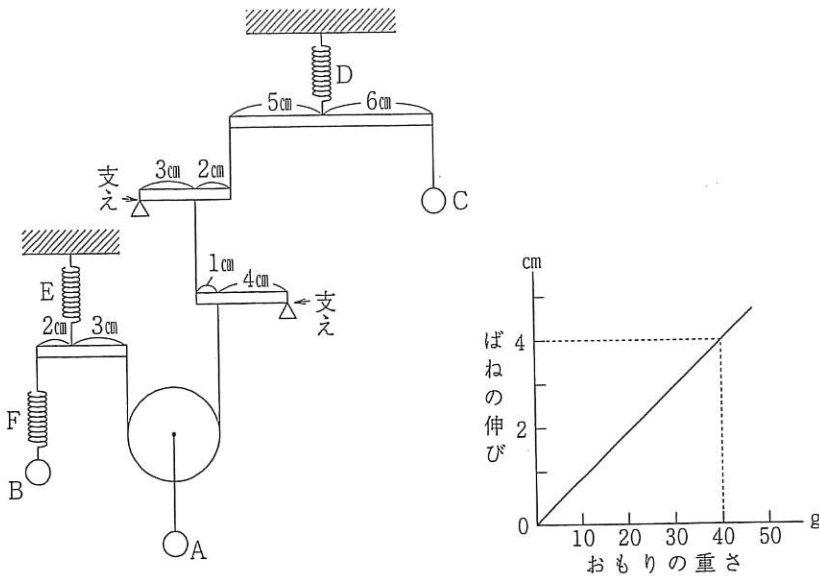


図1

図2

問1. おもり B が 75g のとき、おもりの A, C の重さはそれぞれ何 g ですか。

問2. バネ D, E, F は、それぞれ何 cm 伸びていますか。