

2013 年 10 月 26 日 (土)
10:20~11:10 (50 分)

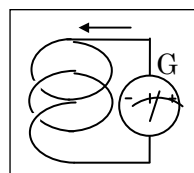
- 1 -

第1問

図1-1のように、バネに棒磁石をつけてつるし、上下に振動できるようにした。棒磁石の真下にコイルを置き、コイルの内部を棒磁石が通るようにすると、コイルには起電力が生じ電流が流れる。流れる電流の向きがわかるようにコイルに検流計 G をつないだ。次の各問いに答えなさい。

問1 図1-1のように、棒磁石のN極をコイルの上端で出入りする程度に振動させたとき、検流計の針は、どのように動くか。最も適するものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、図のコイルに流れる電流が矢印の向きのとき、検流計の針は右に振れるものとする。

- ① 左右に振れる。
- ② 右側だけに振れる。
- ③ 左側だけに振れる。
- ④ 振れない。



コイルに流れる電流と
検流計の針の振れ

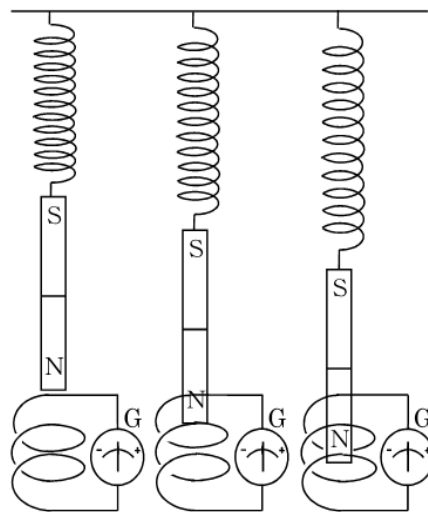


図1-1

問2 次に図1-2のように、棒磁石の両端がどちらも常にコイルから出るようにして振動させた場合、検流計の様子は問1と比較してどのようなになるか。最も適するものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、棒磁石の振幅は、問1の振幅と同じ程度であるとする。

- ① 振れ幅は問1の振れ幅より大きい。
- ② 振れ幅は問1の振れ幅より小さい。
- ③ 振れ幅は問1の振れ幅と同じ。
- ④ 振れない。

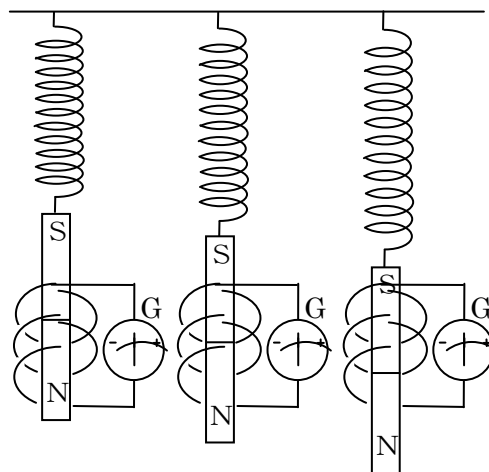


図1-2

第2問

手回し発電機を用いて、抵抗 R_A [Ω] の豆電球Aと抵抗 R_B [Ω] の豆電球Bを光らせる実験をした ($R_A > R_B$)。発電機は、一定の回転数で回されるとき、一定の電圧が発生するものとして、次の各問いに答えなさい。ただし、抵抗 R の豆電球にかかる電圧が V [V]，流れる電流が I [A] のとき、豆電球の消費電力 P [W] は、 $P=IV=I^2R=V^2/R$ と表わされる。豆電球の明るさは消費電力に比例するとしてよい。

問1 豆電球A、Bを直列に接続して、発電機を一定の回転数で回した。結果として正しいものを (I) 欄 (ア)～(ウ) から選び、その理由を説明した文章のうちで正しいものを (II) 欄 (エ)～(オ) から選んだとき、正しい組み合わせとして最も適するものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

(I) 結果

- (ア) Aの豆電球の方がBよりも明るかった。
- (イ) Aの豆電球の方がBよりも暗かった。
- (ウ) どちらも同じ明るさだった。

(II) 理由

- (エ) 電力は $P=V^2/R$ で求められ、直列に接続した場合は電圧が等しく、かつ $R_A > R_B$ だから。
- (オ) 電力は $P=I^2R$ で求められ、直列に接続した場合は電流が等しく、かつ $R_A > R_B$ だから。

選択肢	(I)	(II)
①	(ア)	(エ)
②	(イ)	(エ)
③	(ウ)	(エ)
④	(ア)	(オ)
⑤	(イ)	(オ)
⑥	(ウ)	(オ)

問2 手回し発電機から豆電球を取りはずし、手回し発電機から出ている2本の導線を直接つないで回転させると、豆電球をつないでいたときに比べて、重くなって回しにくくなる。その理由を説明した次の文章のうち最も適するものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

- ① 手回し発電機から出ている2本の導線を直接つなぐと回路の抵抗が小さくなり、豆電球のときと比べて大きな電流が流れるため、重くなって回しにくくなる。
- ② 手回し発電機から出ている2本の導線を直接つなぐと回路の抵抗が小さくなり、豆電球のときと比べて小さな電流が流れるため、重くなって回しにくくなる。
- ③ 手回し発電機から出ている2本の導線を直接つなぐと回路の抵抗が大きくなり、豆電球のときと比べて大きな電流が流れるため、重くなって回しにくくなる。
- ④ 手回し発電機から出ている2本の導線を直接つなぐと回路の抵抗が大きくなり、豆電球のときと比べて小さな電流が流れるため、重くなって回しにくくなる。

第3問

運動会のときの組体操の一つに人間ピラミッドというものがある。図3-1のように、一人だけの場合は手と足合わせて4本で均等に自分の体重を支えているものとする。そうすると、1本あたりにかかる重量は体重の4分の1と考えることができ、体重が40 kgの人の場合は、手または足にかかる重量は、1本あたり10 kgということになる。ここでは、すべての人の体重を40 kgとする。

図3-2のように2段のピラミッドの場合、下の段の人の手または足にかかる重量は1本あたりいくらになるか。最も近いものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

- ① 10 kg ② 15 kg ③ 20 kg ④ 25 kg ⑤ 30 kg

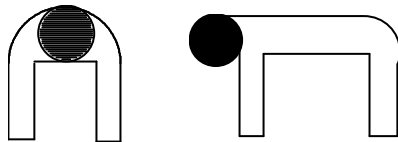


図3-1

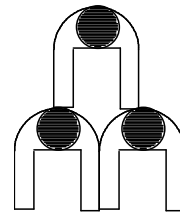


図3-2

第4問

滑車を組み合わせて、図4のような装置を組み立てた。おもり A のついた動滑車を、定滑車とロープを用いてつり上げ、ロープの一端は定滑車の軸に固定し、他端には重さ 300N のおもり B をつるした。次の各問いに答えなさい。ただし、すべての糸、滑車の質量および摩擦は無視できるものとし、操作の間におもりや滑車が衝突したり、床についたりしないものとする。重力加速度の大きさを、 9.8 m/s^2 とする。

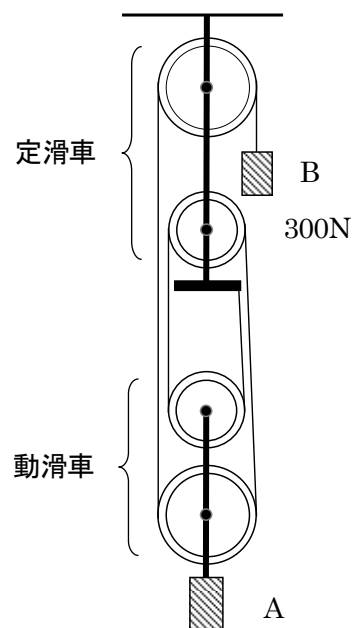


図4

問1 おもり A、B がつり合っているとき、おもり A の重さはいくらか。最も適するものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

- ① 300 N ② 450 N ③ 600 N ④ 750 N ⑤ 900 N ⑥ 1200 N ⑦ 1500 N

問2 おもり B を一定の速さ 0.3 m/s で降下させた。A が上昇する速さは何 m/s か。最も適するものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

- ① 0.075 m/s ② 0.1 m/s ③ 0.12 m/s ④ 0.15 m/s
⑤ 0.2 m/s ⑥ 0.3 m/s ⑦ 0.6 m/s

問3 おもり B を取り除き、おもり B のかわりにロープを手で持った。その状態を保ちながら、ゆっくりと 1 m だけ下に引いたとき、手のした仕事はいくらか。最も適するものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

- ① 150 J ② 300 J ③ 450 J ④ 600 J ⑤ 750 J ⑥ 900 J ⑦ 1200 J

第5問

次のA、Bに答えなさい。

A 図5-1のように、点Aから(ア)～(エ)の経路を通して点B₁～点B₄まで物体が滑り降りる運動について、次の各問いに答えなさい。ただし、B₁、B₂、B₃、B₄は等間隔であり、AB₄は鉛直線を示し、物体の初速度を0とする。

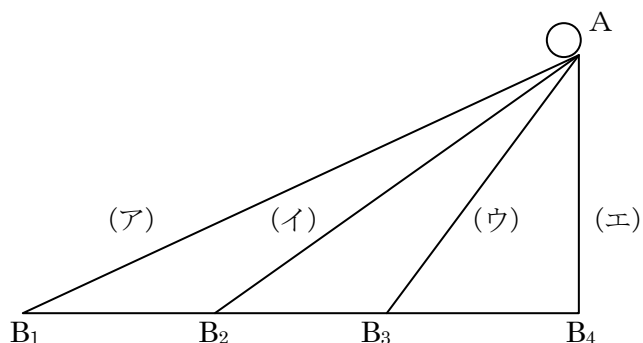


図5-1

問1 点Aから点B₁～B₄に到達したときの物体の速さについて、最も適するものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

- ① (ア)の経路のときが速さはもっとも大きくなる。
- ② (イ)の経路のときが速さはもっとも大きくなる。
- ③ (ウ)の経路のときが速さはもっとも大きくなる。
- ④ (エ)の経路のときが速さはもっとも大きくなる。
- ⑤ どれも同じ

問2 点Aから点B₁～B₄に到達する時間について、最も適するものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

- ① (ア)の経路のときが最も短い時間で到達する。
- ② (イ)の経路のときが最も短い時間で到達する。
- ③ (ウ)の経路のときが最も短い時間で到達する。
- ④ (エ)の経路のときが最も短い時間で到達する。
- ⑤ すべて同時に到達する。

B 図5-2の(オ)～(ク)は、円の頂点Cから円周上の4点D₁～D₄に引いた経路を示している。この四つの経路を物体が滑り降りる運動について、次の各問いに答えなさい。ただし、C D₄は鉛直線を示し、物体の初速度を0とする。

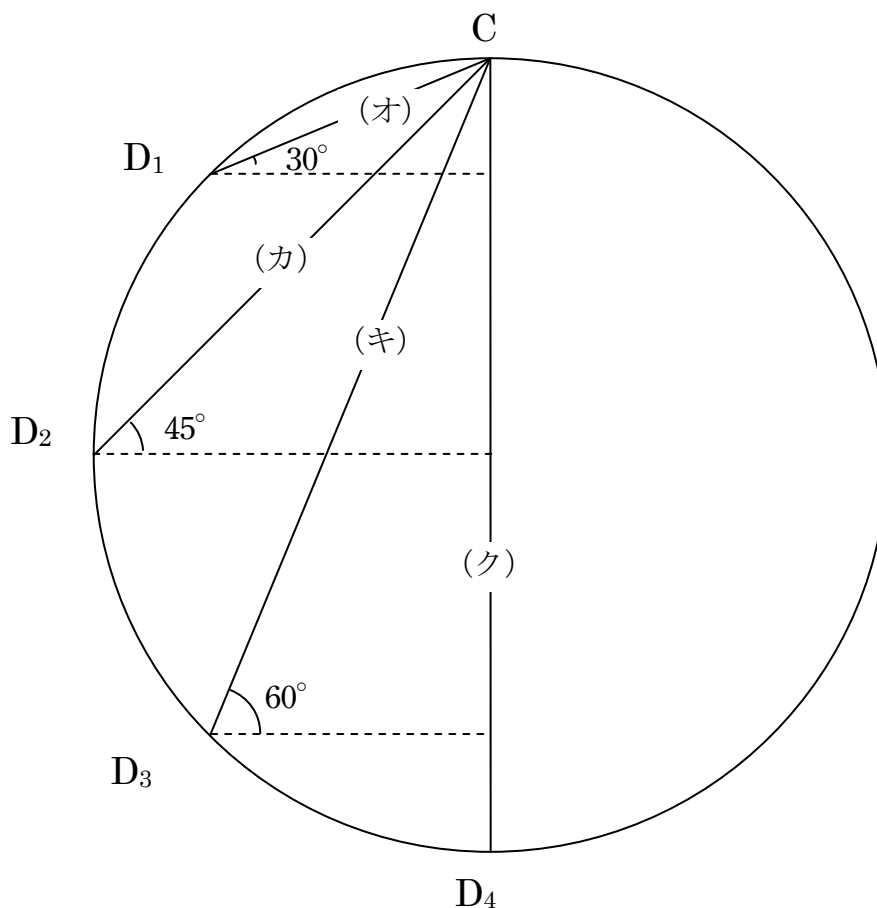


図5-2

問3 点Cから点D₁～D₄に到達した時の物体の速さについて、最も適するものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

- ① (オ)の経路のときがもっとも大きくなる。
- ② (カ)の経路のときがもっとも大きくなる。
- ③ (キ)の経路のときがもっとも大きくなる。
- ④ (ク)の経路のときがもっとも大きくなる。
- ⑤ どれも同じ

問4 点Cから点D₁～D₄に到達する時間について、最も適するものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

- ① (オ)の経路のときが最も短い時間で到達する。
- ② (カ)の経路のときが最も短い時間で到達する。
- ③ (キ)の経路のときが最も短い時間で到達する。
- ④ (ク)の経路のときが最も短い時間で到達する。
- ⑤ すべて同時に到達する。

第6問

写真6は、海岸に打ち寄せる波の写真であるが、一般に、波の進み方にはボールなどとは異なる特徴があることが観察される。波の進み方について、次の各問いに答えなさい。



写真6 倉敷市 沙美海岸

問1 砂浜のように、水深がゆるやかに変化しているところでは、波の波面は砂浜に平行になるように打ち寄せる。この理由として誤っているものを、次の①～③の中から一つ選びなさい。

- ① 水深によって、波の伝わる速さが違うから。
- ② 水深によって、波の波長が違うから。
- ③ 水深によって、波の振動数が違うから。

問2 光は波の性質をもつが、媒質の境界面で100%反射する場合がある。これを全反射という。次の全反射に関する記述のうち、誤っているものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

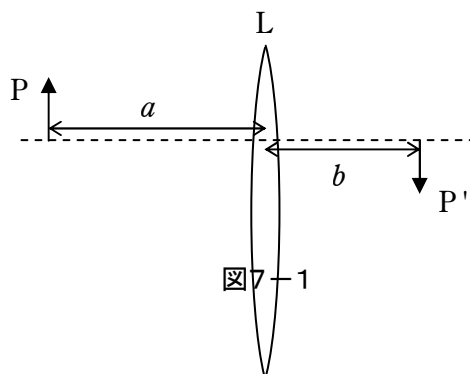
- ① 光は伝わる速さの小さな媒質から大きな媒質に進むとき、その境界面で全反射をすることがある。
- ② 光は屈折率の大きな媒質から小さな媒質に進むとき、その境界面で全反射をすることがある。
- ③ 川岸にいる人から遠方の川の中の様子が見えないのは、光が水面で全反射をするためである。
- ④ 通信に利用される光ファイバーは、全反射を利用したものである。

第7問

レンズの一方に光源があるとき、レンズは光を集めて他方へ像を結ぶ。光源からレンズの中心までの距離を a 、レンズの中心から像までの距離を b 、レンズの焦点距離を f とすると、 a, b, f の間には、 $1/a + 1/b = 1/f$ の関係（レンズの式）が成立する。また、光源の高さを h 、像の高さを h' とすると、像の倍率 M は、 $M = h'/h = b/a$ で表される。図の点線のようにレンズの中心を通り、レンズに垂直な直線を光軸という。次の各問いに答えなさい。

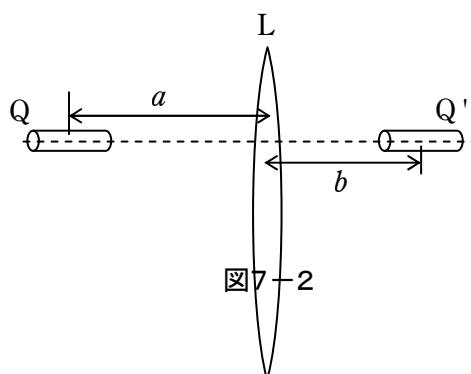
問1 図7-1のように、高さ 12cm の物体 P から出た光が、凸レンズ L を通ったあとに映されてできる像 P' について考える。凸レンズの焦点距離 f を 20cm、物体 P からレンズの中心までの距離 a を 60cm とするとき、像 P' の高さはいくらになるか。最も適するものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 3cm
- ② 4cm
- ③ 6cm
- ④ 12cm
- ⑤ 18cm
- ⑥ 24cm



問2 図7-2のように、光軸に沿って長さ 12cm の棒 Q を置いたとき、像 Q' の光軸方向の長さとして最も適するものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、棒の中心からレンズの中心までの距離 a は 60cm であり、凸レンズの焦点距離 f は 20cm である。

- ① 3cm
- ② 4cm
- ③ 6cm
- ④ 12cm
- ⑤ 18cm
- ⑥ 24cm



第8問

アメリカの科学者ミリカンは、電気素量（電子1個がもつ電気量）を精密に測定した。彼は、小さな油滴にX線を照射して負に帯電させ、その油滴には整数個の電子が付着していると考えた。そして、帯電した油滴の電気量を数多く測定し、電気素量を計算した。

ここでは油滴と電子の代わりに、容器と金属球でこの実験を再現してみよう。質量の等しい容器(A~F)に同じ質量の金属球がいくつか入っている。それぞれの質量を調べたら、Aは47g、Bは77g、Cは122g、Dは62g、Eは107g、Fは32gであった。次の各問いに答えなさい。

問1 これらの質量の値を使ってどのような計算をすれば、金属球1個の質量を見積もることができるか。最も適するものを、次の①~④の中から一つ選びなさい。

- ① 六つの値の中で最も小さい値が金属球1個の質量であると見積もることができる。
- ② 六つの値の合計を6で割った値が金属球1個の質量であると見積もることができる。
- ③ 六つの値の中から任意に選んだ二つの値の平均値を計算し、その値が最も小さいものが金属球1個の質量であると見積もることができる。
- ④ 六つの値の中から任意に選んだ二つの値の差を計算し、その値が最も小さいものが金属球1個の質量であると見積もることができる。

問2 容器A、B、C、D、E、Fに入っている金属球の個数はそれぞれいくらか。正しいものを（Ⅰ）欄（ア）～（ウ）から選び、その結果から求めた金属球1個の質量として正しいものを（Ⅱ）欄（エ）～（カ）から選んだとき、その組み合わせとして最も適するものを、次の①~⑨の中から一つ選びなさい。

（Ⅰ）各容器内の金属球の個数

容器	A	B	C	D	E	F
（ア）	0	1	2	1	2	0
（イ）	2	3	4	2	3	1
（ウ）	3	5	8	4	7	2

（Ⅱ）金属球1個の質量

（エ）15.0g

（オ）32.0g

（カ）39.5g

選択肢	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
（Ⅰ）	（ア）	（ア）	（ア）	（イ）	（イ）	（イ）	（ウ）	（ウ）	（ウ）
（Ⅱ）	（カ）	（オ）	（エ）	（カ）	（オ）	（エ）	（カ）	（オ）	（エ）

第9問

原子や電子の大きさについて、水素原子を例に考えてみよう。水素原子は、半径 $1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$ の陽子と、そこから平均で約 $0.5 \times 10^{-10} \text{ m}$ の距離にある電子でできていると考えられている。また、電子の半径は、 $1 \times 10^{-18} \text{ m}$ 程度であることが分かっている。これらをもとに、次の各問いに答えなさい。

問1 陽子の大きさを半径 1 m のボール（ほぼ軽自動車の大きさ）と仮定し、それが岡山大学にあるとすると、電子はどのくらいの距離に存在していることになるか（図9）。最も適するものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

- ① 岡山大学から岡山理科大学付近（約 2 km ）
- ② 岡山大学から岡山空港付近（約 10 km ）
- ③ 岡山大学から津山駅付近（約 40 km ）
- ④ 岡山大学から蒜山高原付近（約 70 km ）

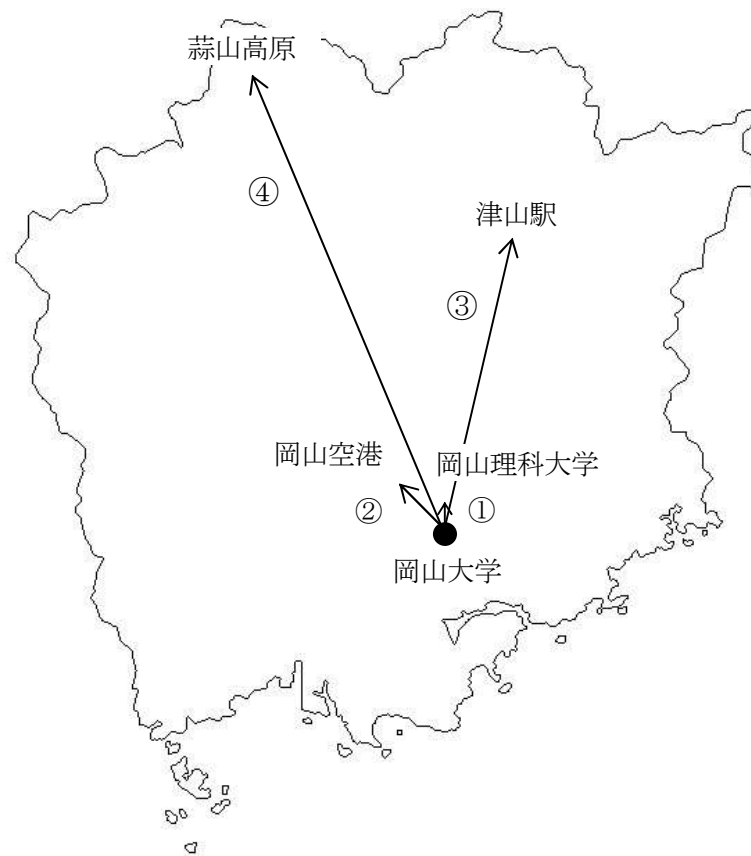
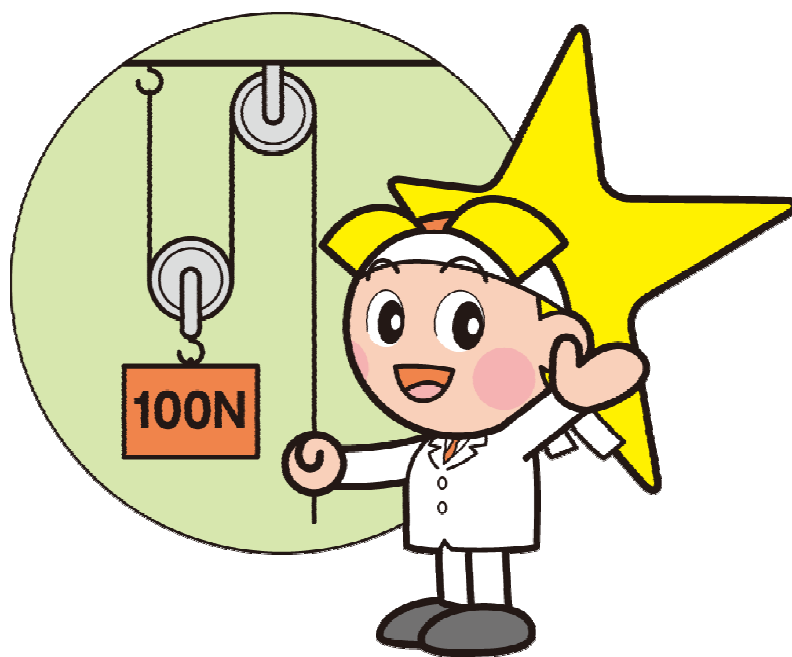


図9

問2 陽子の大きさを半径 1 m のボールと仮定すると、電子の半径はいくらになるか。最も適するものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

- ① 0.083 mm ② 0.83 mm ③ 8.3 mm ④ 83 mm



岡山県マスコット ももっち