

物理チャレンジ 2014

第1チャレンジ

理論問題コンテスト

2014 年 7 月 13 日（日）

13 : 30 ~ 15 : 00

理論問題コンテストにチャレンジする前に下記の＜注意事項＞をよく読んでください。
問題は第1問から第8問で構成されています。どの問題から取り組んでも結構です。
最後まであきらめず、チャレンジしてください。

＜注意事項＞

1. 開始の合図があるまで、問題冊子（全14ページ）を開けてはいけません。
2. 電卓を使用することはできません。携帯電話などを時計として使用することはできません。携帯電話などの電源は切ってください。
3. 参考図書（教科書、参考書、問題集、ノート、専門書）を持ち込むことができます。解答用紙の指定の欄に、持ち込んだ参考図書名を記入してください（参考図書を持ち込まなかった場合は「なし」と書いてください）。
4. 開始の合図の前に、**解答用紙(マークシート用紙)に、第1チャレンジ番号、氏名と持ち込んだ図書を必ず記入(マーク)してください。**
5. 問題ごとに **①**， **②**， ... **②⑨** と指定されているので、**必ず、その番号の解答欄にマークしてください。**
6. 終了の合図があるまで、監督者の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
7. 気分が悪くなったとき、トイレに行きたくなったときは、手を挙げて監督者に知らせてください。
8. 他の参加者の迷惑にならないように静粛に解答をすすめてください。迷惑行為があった場合は退出していただきます。
9. 退出の際に問題冊子は持ち帰ってください。

第 1 問

問 1～12 に答えなさい。

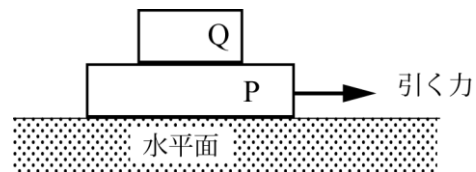
問 1 図のように水平面上に物体 P を置き、その上に物体 Q をのせる。物体 P を一定の力で水平に引いた。引く力の大きさを 0 から徐々に大きくしていったときの、P が Q に及ぼす摩擦力 f の大きさについて考える。

- (a) P を引く力の大きさがある大きさのときに、P と Q は一体となって動き始めた。
- (b) P を引く力の大きさを(a)の2倍としたときも、P と Q は一体となって動いた。
- (c) P を引く力の大きさをさらに大きくしたとき Q が P に対してすべって動き出す直前であった。
- (d) P を引く力の大きさをさらに大きくしたときに、Q は P に対してすべって動き出していた。

上の(a)から(d)のそれぞれの場合の摩擦力 f の大きさを f_a, f_b, f_c, f_d とする。これらの大小関係について、最も適当なものを、次の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。

1

- ① $f_a = f_b, f_c = f_d$
- ② $f_a = f_b, f_c < f_d$
- ③ $f_a < f_b, f_c > f_d$
- ④ $f_a < f_b, f_c = f_d$
- ⑤ $f_a > f_b, f_c > f_d$



問 2 水平でまっすぐな長い通路に、一定の速さ V で動く長さ L の動く歩道が 1 本ある。A 君は動く歩道の上を、動く歩道に対して大きさ v の一定の相対速度で往復した。一方、B 君はその隣の静止した床面を、同じ距離 L の区間を一定の速さ v で往復した。2 人が向きを変える際にかかる時間は同じとして、A 君、B 君が同時にスタートして、どちらが早く出発点に戻ってきたか。最も適当なものを、次の①～④の中から 1 つ選びなさい。

2

- ① A 君と B 君は同時に戻る。
- ② A 君が B 君より早い。
- ③ B 君が A 君より早い。
- ④ 動く歩道の速さと走る速さの関係によって、どちらが早いかわかる。

問 3 新幹線のぞみ号の発車時の加速度(起動加速度という)は 2.6 km/h/s (毎秒あたりの時速の変化 $[\text{km/h/s}]$ は鉄道で使う加速度の単位)である。加速度は一定、新幹線の全長を 400 m 、ホームの長さを 400 m として、新幹線が発車して完全にホームから離れる瞬間の速さはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。

3

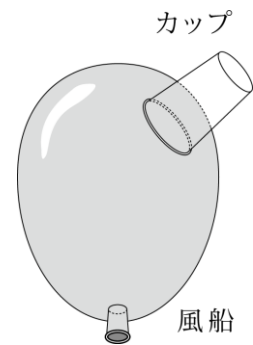


- ① 1.7 m/s ② 2.4 m/s ③ 4.6 m/s
- ④ 17 m/s ⑤ 24 m/s ⑥ 46 m/s

問 4 ある程度膨らませたゴム風船の表面に、軽いプラスチックカップの口を押し付ける。その後、さらに風船を膨らませるとカップが風船から離れなくなる。その理由の説明として、最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

4

- ① 風船内の温度が上がって風船のゴムの粘着度が増したから。
- ② 風船内の圧力が上がって大気圧との間でカップを押しつけたから。
- ③ 風船内の圧力が下がって大気圧がカップを押し付けたから。
- ④ カップの中の空気の体積が増えて圧力が下がったから。
- ⑤ カップの中の空気の体積が減って圧力が上がり風船を押し付けたから。



問 5 断熱された容器に、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水 300 g と $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷 200 g を入れて $6.7\times 10^4\text{ J}$ の熱を加えた。加熱後の温度はいくらか。氷の定圧比熱を $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の定圧比熱を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の融解熱を 330 J/g とする。ただし、熱は容器および外部に逃げていかないものとする。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

5

- ① $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ② $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ③ $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ④ $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ⑤ $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

問 6 以下の文章は空気中を伝わる音について説明したものである。次の①～⑥の中から誤っているものを1つ選びなさい。

6

- ① 音が伝わる速さは、気圧によりほとんど変化しない。
- ② 音が伝わる速さは、音の振動数により変化しない。
- ③ 音が伝わる速さは、温度が高いほど大きい。
- ④ 音が伝わる速さは、湿度が高いほど大きい。
- ⑤ 音源が観測者に対して遠ざかるとき、観測者が聞く音の振動数は、音源の振動数とは異なる。
- ⑥ 音源が観測者に対して静止しているとき、観測者が聞く音の振動数は、風が吹く方向によって変化する。

問 7 分光器はスリットを通した光をプリズムや回折格子に入射させる構造になっている。スリットのはたらきとして、最も重要と考えられるものを、次の①～④の中から1つ選びなさい。 7

- ① 分光器の中を暗くする。
- ② 分光されたスペクトルが重ならないようにする。
- ③ 分光されたスペクトルの明るさを調整する。
- ④ 分光器に組み込まれているプリズムや回折格子の大きさに入射光の大きさを調整する。

問 8 図のように、帯電していない2つの箔検電器の天板を金属棒でつなぎ、左の箔検電器の天板に負に帯電したエボナイト棒を近づけた。このとき2つの箔検電器の箔は開いた。エボナイト棒を近づけたまま、絶縁体を使って金属棒を取り除いてから、エボナイト棒を遠ざけた。その後、左右の箔検電器の天板に負に帯電したエボナイト棒をゆっくり近づけると、それぞれの箔はどのような動きをするか。最も適当な組み合わせを、次の①～④の中から1つ選びなさい。ただし、箔が「いったん閉じてから再び開く」場合は、「閉じる」とする。 8

	左の検電器の箔	右の検電器の箔
①	閉じる	閉じる
②	閉じる	開く
③	開く	閉じる
④	開く	開く



問 9 図1のように、2つの磁極の間に導線を置き電流を流した。図2は、このときの導線のまわりの磁力線の様子を描いたものである。直線電流が受ける力の向きはどれか。最も適当なものを、図中の①～⑧の中から1つ選びなさい。 9

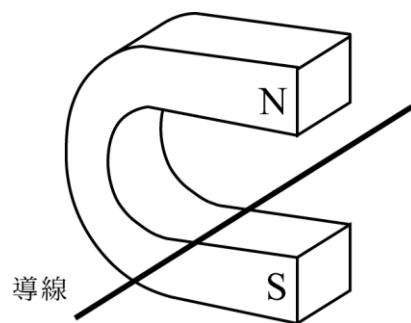


図 1. 磁石と導線の配置

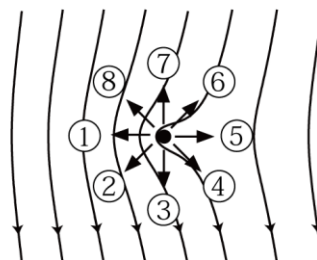
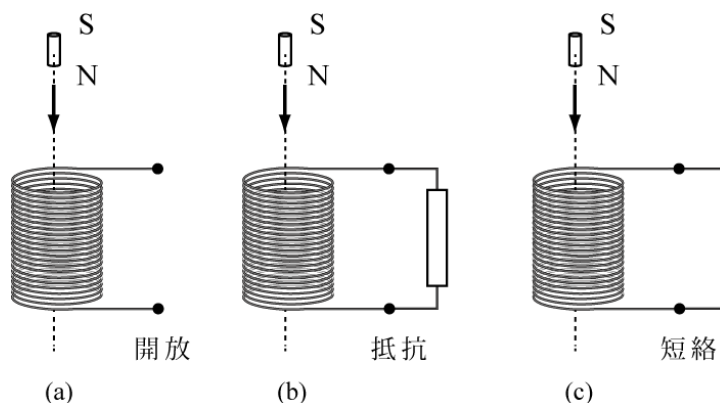


図 2. 磁石と電流の作る磁場を合成した磁力線

問 10 図のように、小さな磁石を同じ高さから、コイルの中心を通るように落とした。このとき、(a) はコイルの両端を開放、(b) は両端に抵抗を接続、(c) は両端を短絡してあった。磁石がコイルを通過する時間の長短について、最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

10



- ① (a) > (b) > (c) ② (a) = (b) > (c) ③ (a) = (b) = (c)
 ④ (a) < (b) = (c) ⑤ (a) < (b) < (c) ⑥ (a) < (c) < (b)

問 11 現在、医療現場で用いられている装置にはさまざまな物理が利用されている。次の装置には、何が利用されているだろうか。

- (a) 肺の診断などに用いられるレントゲン撮影
 (b) 脳腫瘍の診断などに用いられる MRI
 (c) ガンの診断などに用いられる PET
 (d) 胎児の診断などに用いられるエコー検査

(a)～(d)に主として利用されている物理について、最も適当な組み合わせを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

11

	(a) レントゲン撮影	(b) MRI	(c) PET	(d) エコー検査
①	X線	核磁気共鳴	ガンマ線	超音波
②	ガンマ線	X線	超音波	X線
③	X線	ガンマ線	ガンマ線	ガンマ線
④	X線	ガンマ線	X線	核磁気共鳴
⑤	ガンマ線	X線	超音波	ガンマ線
⑥	X線	核磁気共鳴	X線	超音波

問 12 植物が光合成において吸収している光は主に赤色と青色である。波長 420 nm（青）の光子 1 個のエネルギーはいくらか。光速度を $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，電気素量を $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，プランク定数を $6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ とする。最も適当なものを，次の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。

12

- ① 0.03 eV ② 0.3 eV ③ 3.0 eV ④ 30 eV ⑤ 300 eV

第2問 A (問1), B (問2) に答えなさい。

A

問1 岡山県の瀬戸大橋で行われた列車の負荷走行試験で、橋脚間距離がおよそ 1000 m ある橋の中央部が、列車の重みで 1 m 程度下がることが確認された。橋脚間の橋の構造物の伸びにより、このたわみが生じたとすると、橋脚間の橋の伸びはどの程度と考えられるか。ただし、 $\alpha \ll 1$ のとき、 $(1 + \alpha)^n \doteq 1 + n\alpha$ と近似できる。最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選びなさい。

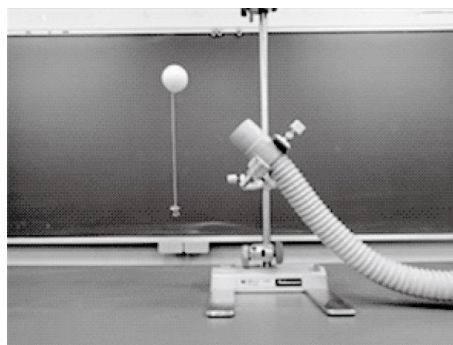
13

- ① 2 mm ② 2 cm ③ 20 cm ④ 2 m

B

問2 流れの中に物体を置くと、物体には流れに平行な力(抗力)と、流れに垂直な力(揚力)がはたらく。流れの向きや物体の重さを調節することで物体を空中に浮かすことができる。

ピンポン玉におもりをぶら下げて全体の重力の大きさを 4.0×10^{-2} N として、上向き 45° の流れの中に置いたところ、ピンポン玉は空中に静止した。このとき、ピンポン玉にはたらく抗力が 2.8×10^{-2} N であった。ピンポン玉にはたらく揚力はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。



14

- ① 1.2×10^{-2} N ② 2.0×10^{-2} N ③ 2.8×10^{-2} N
④ 3.6×10^{-2} N ⑤ 4.0×10^{-2} N ⑥ 5.2×10^{-2} N

第3問

A (問1), **B** (問2) に答えなさい。

A

問1 図1のようなピストン付きシリンダーに空気を入れたものがある。時刻 $t = 0$ にピストンを急激に押し込み、中の空気を圧縮してそのまま体積を一定に保った。図2はそのときの圧力変化を示したものである。この圧力変化の理由を説明する文として、最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選びなさい。

15

- ① 圧縮は等温的で、圧力は圧縮直後に上昇するが、吸熱量と放熱量が等しいので温度が変わらず、すぐに下がって一定となる。
- ② 圧縮は等温的で、圧力は圧縮直後に上昇するが、吸熱も放熱も起こらないので温度が変わらず、すぐに下がって一定となる。
- ③ 圧縮は断熱的で、圧縮直後は圧力と温度がともに上昇する。その後、周囲に放熱して圧力と温度が共に下がって一定となる。
- ④ 圧縮は断熱的で、圧縮直後は圧力と温度がともに上昇する。放熱は起こらないので圧力はすぐに下がって一定になるが、温度は上昇したままである。



図1

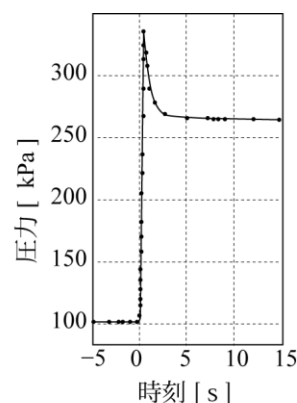


図2

B

問2 水熱量計の水の中に高温の金属を入れると、金属の温度の降下と水温の上昇から金属の比熱を求めることができる。このとき金属と水以外の熱のやりとりはないとして計算する。しかし実際の実験では、水熱量計と外の空気との熱のやりとりはある。水熱量計の外に熱が移動したとき、金属の比熱は正しい値と比較してどのように計算されるか。ただし、測定を始めたときの水温は空気の温度と同じであったとする。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

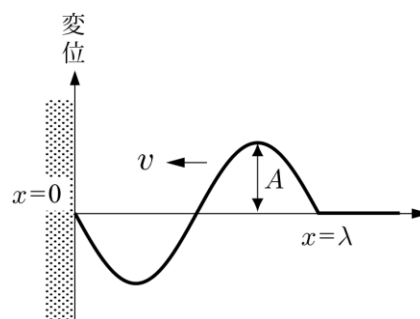
16

- ① 水熱量計の外に熱が移動しないと比べて、金属を水に入れたときの水温が上がらず、比熱は小さく計算される。
- ② 水熱量計の外に熱が移動しないと比べて、金属を水に入れたときの水温が上がらず、比熱は大きく計算される。
- ③ 水熱量計の外に熱が移動しないと比べて、金属を水に入れたときの水温が上がり、比熱は小さく計算される。
- ④ 水熱量計の外に熱が移動しないと比べて、金属を水に入れたときの水温が上がり、比熱は大きく計算される。
- ⑤ これだけの条件では、大きく計算されるか、小さく計算されるか分からない。

第4問 A (問1), B (問2) に答えなさい。

A

問1 図のように、振幅 A 、波長 λ の正弦波 1 波長分のパルス波が速さ v で左向きに進んでいる。位置 $x = 0$ の端点で、(a) 自由端反射をした場合と、(b) 固定端反射をした場合のそれぞれについて、ある位置で変位の最大値が $2A$ になるのは、図の状態からどれだけ時間が経過したときか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。

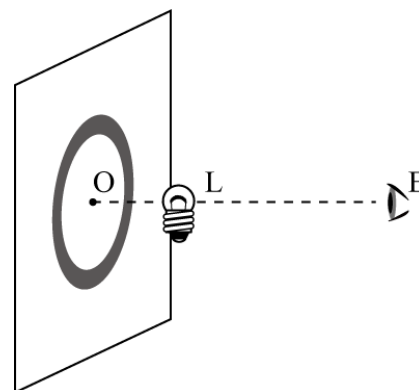


17

	①	②	③	④	⑤	⑥
(a) 自由端反射	$\frac{\lambda}{4v}$	$\frac{\lambda}{4v}$	$\frac{\lambda}{2v}$	$\frac{\lambda}{2v}$	$\frac{3\lambda}{4v}$	$\frac{3\lambda}{4v}$
(b) 固定端反射	$\frac{\lambda}{2v}$	$\frac{3\lambda}{4v}$	$\frac{\lambda}{4v}$	$\frac{3\lambda}{4v}$	$\frac{\lambda}{4v}$	$\frac{\lambda}{2v}$

B

問2 直径 0.10 mm の微小なアクリル球を、片面に隙間なく貼り付けた十分大きく平らなボードがある。ボードの面の中央に点 O をとり、そこから面に垂直方向に点 L 、点 E ($OL < OE$) をとる。点 L に豆電球を置き、点 E から点 O の方向を見たとき、ボードの手前には点 O を中心とした円環状の光の帯が一つ見えた。その様子を正しく表したものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。



18

- ① 最も外側が紫で、最も内側が赤の虹色の帯になっているように見えた。
- ② 最も外側が赤で、最も内側が紫の虹色の帯になっているように見えた。
- ③ 最も外側と最も内側が紫で、帯の中央に向かって赤になる虹色の一つの帯になっているように見えた。
- ④ 最も外側と最も内側が赤で、帯の中央に向かって紫になる虹色の一つの帯になっているように見えた。
- ⑤ 最も外側から内側に向かって、青、緑、赤の3つの帯が並んで一つの帯になっているように見えた。

第5問 **A** (問1), **B** (問2, 3), **C** (問4), **D** (問5) に答えなさい。

A

問1 図1のような、起電力 E の電池に抵抗 R_1 と R_2 を直列につないだ回路と、図2のような R_2 と並列に抵抗 R_3 をつないだ回路がある。図2の回路では R_3 の抵抗値は R_2 の抵抗値より 1000 倍大きい。図1の BC 間の電圧と図2の BC 間の電圧の比較の説明について、最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

19

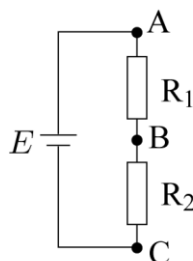


図1

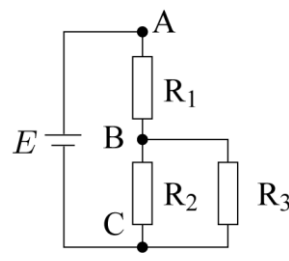


図2

- ① 電池から流れ出る電流は、図1でも図2でも同じである。 R_3 に流れ込む電流分だけ R_2 を流れる電流が小さくなるので、BC 間の電圧は図2のほうが小さい。
- ② 図2の BC 間の合成抵抗が R_2 に比べて小さくなるので、電池から流れ出る電流は増えて、BC 間の電圧は図1と同じになる。
- ③ 図2の BC 間の合成抵抗が R_2 に比べて小さくなるので、電池から流れ出る電流は増えて、BC 間の電圧は図1より大きくなる。
- ④ R_3 に流れる電流は極めて小さいので、BC 間の電圧は図1とほとんど変わらない。
- ⑤ 図2の BC 間の合成抵抗が R_2 に比べて大きくなるので、電池から流れ出る電流は減少して、BC 間の電圧は図1と同じになる。

B

等しい質量 m と電気量 q を持つ2つの点電荷 A と B がある。点電荷 A が十分に遠くから速さ v で、静止した点電荷 B に接近する。クーロンの法則の比例定数を k とし、次の各問いに答えなさい。ただし、重力や摩擦の影響はないとする。

問2 点電荷 B が固定されている。このときの点電荷 A と B が最も接近するときの距離について、最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

20

- ① $\frac{kq^2}{mv^2}$
- ② $\frac{2kq^2}{mv^2}$
- ③ $\frac{4kq^2}{mv^2}$
- ④ $\sqrt{\frac{kq^2}{mv^2}}$
- ⑤ $\sqrt{\frac{2kq^2}{mv^2}}$
- ⑥ $\sqrt{\frac{4kq^2}{mv^2}}$

問3 点電荷 B が自由に動けるとする。このときの点電荷 A と B が最も接近するときの距離について、最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

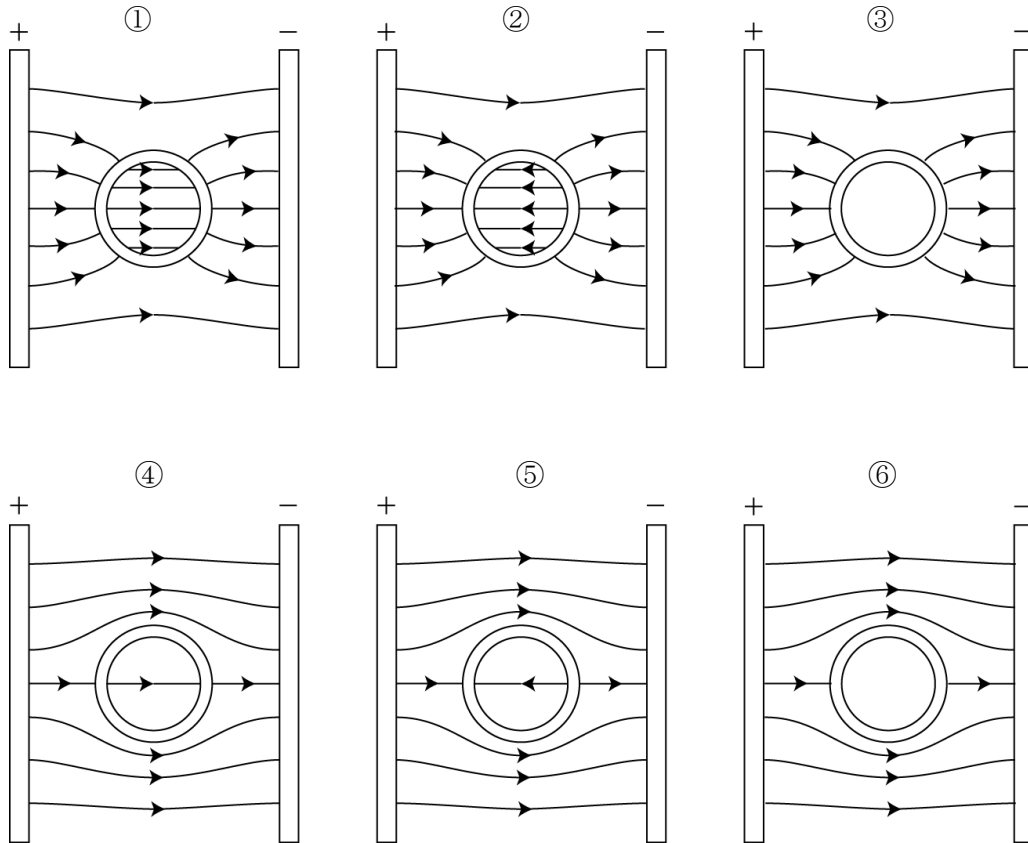
21

- ① $\frac{kq^2}{mv^2}$
- ② $\frac{2kq^2}{mv^2}$
- ③ $\frac{4kq^2}{mv^2}$
- ④ $\sqrt{\frac{kq^2}{mv^2}}$
- ⑤ $\sqrt{\frac{2kq^2}{mv^2}}$
- ⑥ $\sqrt{\frac{4kq^2}{mv^2}}$

C

問 4 平行電極板の間に中空の帯電していない金属球を置いた。断面の電気力線の様子について、最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

22



D

問 5 起電力と内部抵抗が不明な電池がある。これに抵抗を接続して流れる電流を測定した。 $50\ \Omega$ の抵抗を接続したときは $55\ \text{mA}$ の電流が流れ、 $100\ \Omega$ の抵抗を接続したときは $28\ \text{mA}$ の電流が流れた。起電力と内部抵抗の値の組み合わせとして、最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

23

- | | |
|---|---|
| ① 起電力は $3.0\ \text{V}$ 、内部抵抗は $1.5\ \Omega$ | ② 起電力は $3.0\ \text{V}$ 、内部抵抗は $2.0\ \Omega$ |
| ③ 起電力は $2.9\ \text{V}$ 、内部抵抗は $1.5\ \Omega$ | ④ 起電力は $2.9\ \text{V}$ 、内部抵抗は $1.9\ \Omega$ |
| ⑤ 起電力は $2.8\ \text{V}$ 、内部抵抗は $1.4\ \Omega$ | ⑥ 起電力は $2.8\ \text{V}$ 、内部抵抗は $1.7\ \Omega$ |

第6問 A (問1, 問2) に答えなさい。

A

1923 年, コンプトンは, 短波長の光であるX線を物質に当てると, 散乱されたX線には振動数の低いX線が混ざることを見出した。この現象はX線は粒子(光子)であると考えerことで説明される。 h をプランク定数, c を光速として, 以下の説明の文章を読み, 次の各問いに答えなさい。

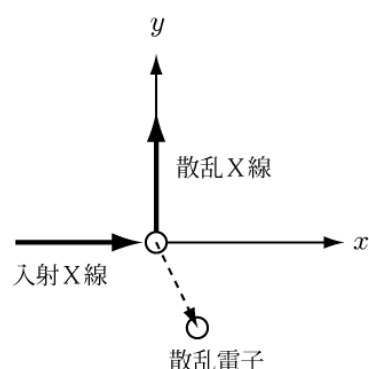
図のように, x 軸の負の方向から振動数 f のX線の光子が入射し, 静止している質量 m の電子に衝突する。衝突後, X線の光子は振動数 f' となり y 軸の方向へ散乱された。この現象ではエネルギーも運動量も保存される。散乱された電子の速さを v とすると, エネルギー保存則は次の式となる。

$$hf = \frac{1}{2}mv^2 + hf' \quad (1)$$

また, 運動量保存則は次の式となる。

$$\frac{hf}{c} = mv_x \quad (2)$$

$$\text{〔a〕} = mv_y + \text{〔b〕} \quad (3)$$



ここで, (2)式と(3)式を使って(1)式から v を消去すると

$$f - f' = \frac{h}{2mc^2}(f^2 + f'^2) \quad (4)$$

となる。 $f^2 + f'^2 = 2ff'$ と近似することで散乱されたX線は振動数が低くなることが分かる。

問1 〔a〕と〔b〕に入る数式の最も適当な組み合わせを, 次の①～⑥の中から1つ選びなさい。 24

	①	②	③	④	⑤	⑥
(a)	$\frac{hf}{c}$	$\frac{hf}{c}$	$\frac{hf}{c}$	0	0	0
(b)	$\frac{hf'}{c}$	$\frac{-hf'}{c}$	0	$\frac{hf'}{c}$	$\frac{-hf'}{c}$	0

問2 入射X線の波長が 1.5 nm のとき, 散乱X線の振動数が入射X線に対して小さくなる割合 $(f - f')/f'$ はいくらか。プランク定数を $6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 光速を $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$, 電子の質量を $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ とする。最も適当なものを, 次の①～⑥の中から1つ選びなさい。 25

- ① 8.1×10^{-4} ② 1.6×10^{-3} ③ 8.1×10^{-3}
 ④ 0.016 ⑤ 0.081 ⑥ 0.16

第7問 A (問1, 問2) に答えなさい。

A

質量 m の惑星が質量 M の恒星の周りを公転する運動は、半径 r_0 の円軌道上を一定の速さ v_0 で運動する等速円運動とみなすことができ、運動方程式は、

$$\frac{mv_0^2}{r_0} = G \frac{mM}{r_0^2} \quad (1)$$

と表される。ここで G は万有引力定数である。したがって、公転速度は

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM}{r_0}} = \sqrt{GM} \times r_0^{-1/2} \quad (2)$$

となり、軌道半径の平方根の逆数 $r_0^{-1/2}$ に比例する。図1は太陽系の惑星について示したもので、(2)式が良く成り立っている。

太陽系が属する天の川銀河は、図2のように中心部の恒星が多く集まったバルジ、恒星が回転する円盤部、銀河全体を球状に包むハロー、その中に点在する球状星団からなる円盤銀河である。

これまでの観測から、銀河中心からの距離と恒星の回転の速さの関係が明らかになった。図3に、ある円盤銀河の銀河中心からの距離と回転の速さとの関係を示した。“観測値”は r_c より外側では距離によらずほぼ一定である。一方、点線で示した“計算”は光学的方法で確認した恒星の質量を使った計算結果である。図を見て分かるように“観測値”と“計算”は一致しない。このことから恒星の回転運動を説明するには光学的に観測できる星の質量だけでは不足であり、銀河ハローは銀河質量の90%を含んでいるに違いないとの結論が導かれた。ハロー内の目に見えない物質は「ダークマター」と言われる。

質量が球対称で分布するとき、恒星の回転の速さは、その半径より内側の球内の質量が銀河中心にあるとしたときの万有引力により決まる。中心からの距離 r までの平均密度を $\rho(r)$ と表すと、半径 r の球内の質量は $M(r) \propto \rho(r)r^3$ である。ここで、記号 $\propto$ は比例の関係を表す。質量が球対称で分布するとして、以下の各問いに答えなさい。

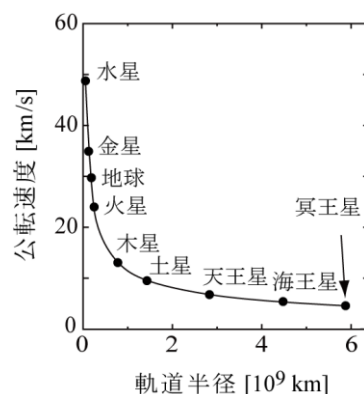


図1. 惑星の軌道半径と公転速度

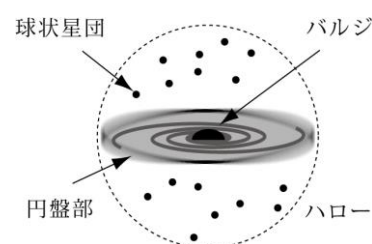


図2. 円盤銀河の構造

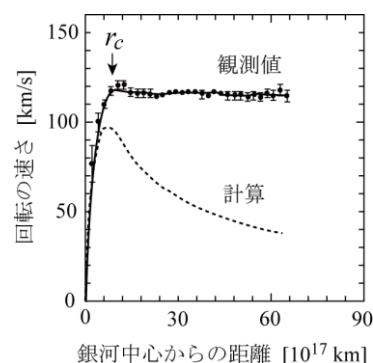


図3. 恒星の回転の速さ

問 1 図3の“観測値”のように回転の速さが一定となるときには、 r に対して ρ はどのように変化するか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

26

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $\rho \propto r^2$ | ② $\rho \propto r^3$ | ③ $\rho \propto r^4$ |
| ④ $\rho \propto r^{-2}$ | ⑤ $\rho \propto r^{-3}$ | ⑥ $\rho \propto r^{-4}$ |

問 2 回転の速さが一定となるときは、 r に対して M はどのように変化するか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

27

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① $M \propto r$ | ② $M \propto r^2$ | ③ $M \propto r^3$ |
| ④ $M \propto r^{-1}$ | ⑤ $M \propto r^{-2}$ | ⑥ $M \propto r^{-3}$ |

第8問 **A** (問1, 問2) に答えなさい。

A

気象観測衛星や通信・放送衛星は、赤道上の静止軌道に打ち上げられ、地球の自転と同じ角速度で地球の周りをまわっている。静止軌道は赤道上の円軌道で、静止軌道の衛星は地上からは空の1点に静止しているように見える。

ケプラーの法則によれば、一般に衛星の軌道は、地球の中心をひとつの焦点とした楕円軌道であるが、楕円軌道の半長軸が静止軌道の半径と等しければ、地上から観測すると衛星は1日の周期(23時間56分)で同じ空の場所に戻ってくる。以下、周期が1日で地球の自転と同じ向きに公転している衛星について、日本で南を向いて観測した場合に、衛星が空に描く軌跡の形と動く向きを考えてみる。次の各問いに答えなさい。

問1 赤道面にある楕円軌道の場合、衛星が空に描く軌跡の形と動く向きの日本からの見え方について、最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選びなさい。 **28**

- ① 軌跡は南北につぶれた輪で、動く向きは軌跡の北側で東から西。
- ② 軌跡は南北につぶれた輪で、動く向きは軌跡の北側で西から東。
- ③ 軌跡は東西につぶれた輪で、動く向きは軌跡の北側で東から西。
- ④ 軌跡は東西につぶれた輪で、動く向きは軌跡の北側で西から東。

問2 準天頂衛星「みちびき」の軌道は赤道面と傾斜をもち、北側にもう一つの焦点をもつ楕円軌道である。この場合、衛星が空に描く軌跡の形と動く向きの日本からの見え方について、最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。 **29**

- ① 軌跡は南北にのびた8の字で、動く向きは軌跡の北側で東から西。
- ② 軌跡は南北にのびた8の字で、動く向きは軌跡の北側で西から東。
- ③ 軌跡は北側が膨らんだ8の字で、動く向きは軌跡の北側で東から西。
- ④ 軌跡は北側が膨らんだ8の字で、動く向きは軌跡の北側で西から東。
- ⑤ 軌跡は南側が膨らんだ8の字で、動く向きは軌跡の北側で東から西。
- ⑥ 軌跡は南側が膨らんだ8の字で、動く向きは軌跡の北側で西から東。

