

入 学 試 験 問 題 (1 次)

理 科

令和 7 年 1 月 27 日

10 時 50 分—12 時 10 分

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き 47 ページ(物理 1～9 ページ, 化学 10～22 ページ, 生物 23～47 ページ)である。落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理, 化学, 生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した 2 科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は, 各設問ごとに一つだけ選び, 解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は, 消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は, 左から物理, 化学, 生物の順番になっているので, マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って, 問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し, 解答用紙の指定欄に受験番号, 受験番号のマーク, 氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を 2 つマークしなさい」の欄には, 入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は, 草稿用に使用してよい。ただし, 切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は, 持ち帰ってはならない。

受験番号					
------	--	--	--	--	--

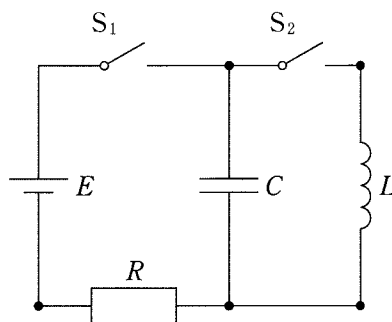
上の枠内に受験番号を記入しなさい。

物 理

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つ選べ。

次の文章を読み、以下の問い(問題1～3)に答えよ。

起電力 E の電池、抵抗値 R の電気抵抗、電気容量 C のコンデンサー、自己インダクタンス L のコイルとスイッチ S_1 , S_2 を図のように接続した回路がある。最初、スイッチ S_1 , S_2 は開いており、コンデンサーには電荷が蓄えられていないものとする。スイッチ S_2 は開いた状態で、スイッチ S_1 を閉じてから十分な時間が過ぎた後、スイッチ S_1 を開いた。



1 コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーはいくらか。

- ㉠ $\frac{CE}{2}$ ㉡ $\frac{CE^2}{2}$ ㉢ $\frac{CE}{2R}$ ㉣ $\frac{CE^2}{2R}$ ㉤ CE

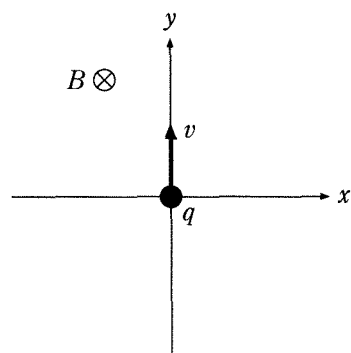
2 次に、スイッチ S_1 は開いたまま、スイッチ S_2 を閉じるとコイルに電流が流れ始めた。スイッチ S_2 を閉じてから、コンデンサーに蓄えられている電気量が初めて最初の半分に減るまでの時間を τ とし、そのときコイルを流れる電流を I_r とする。また、スイッチ S_2 を閉じた後、コイルを流れる電流の最大値を $I_{\max}$ とする。 $\frac{I_r}{I_{\max}}$ はいくらか。

- ㉦ $\frac{1}{4}$ ㉧ $\frac{1}{2}$ ㉨ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ㉩ $\frac{3}{4}$ ㉪ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

3 τ はいくらか。

- (ア) $\frac{\pi\sqrt{LC}}{8}$ (イ) $\frac{\pi\sqrt{LC}}{6}$ (ウ) $\frac{\pi\sqrt{LC}}{4}$ (エ) $\frac{\pi\sqrt{LC}}{3}$ (オ) $\frac{\pi\sqrt{LC}}{2}$

4 図のように、磁束密度 B の一様な磁場が紙面の表から裏へ垂直にかけられており、 xy 平面の原点に置かれた質量 m 、電気量 $q(>0)$ の粒子が y 軸の正方向に初速度の大きさ v で発射された。粒子が再び x 軸上に戻るまでに要する時間はいくらか。重力と空気抵抗の影響は無視できるものとする。



- (ア) $\frac{\pi m}{qB}$ (イ) $\frac{2\pi m}{qB}$ (ウ) $\frac{2\pi mv}{qB}$ (エ) $\frac{qB}{2\pi mv}$ (オ) $\frac{qB}{2\pi m}$

5 100 回巻きのコイルの断面を貫く磁束が 0.10 秒の間に一定の割合で変化した。このとき、コイルの両端に発生する誘導起電力の大きさは 2.0 V であった。0.10 秒の間に変化した磁束密度の大きさは何 T か。ただし、コイルの断面積は $4.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ である。

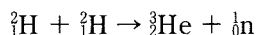
- (ア) 0.10 (イ) 0.20 (ウ) 0.30 (エ) 0.40 (オ) 0.50

6 材質、形状、大きさの等しい三つの金属小球 A, B, C がある。A と B に等しい負の電気量を与え、真空中の 2 点 P_A と P_B にそれぞれ固定すると、両小球の間に大きさ F の静電気力(斥力)がはたらいた。次に、帯電していない C を A に接触させた後、再び離すと、C と A のもつ電気量は等しくなった。C を P_A と P_B の中点に置いたとき、C にはたらく静電気力の合力の方向と大きさとして正しいものはどれか。

- ㉞ C から P_A に向かう方向で、大きさは F
- ㉟ C から P_B に向かう方向で、大きさは F
- ㊱ C から P_A に向かう方向で、大きさは $2F$
- ㊲ C から P_B に向かう方向で、大きさは $2F$
- ㊳ 合力は 0

次の文章を読み、以下の問い(問題 7, 8)に答えよ。

2 個の重陽子(${}^2_1\text{H}$)が結合して、質量数 3 のヘリウム原子核(${}^3_2\text{He}$)と中性子(${}_0^1\text{n}$)になり、3.27 MeV の核エネルギーが放出される以下の核融合反応がある。



${}^2_1\text{H}$ の核子 1 個当たりの結合エネルギーを 1.11 MeV とする。MeV は 10^6 eV を表す。また、1 eV は 1.60×10^{-19} J とし、光の速さを 3.00×10^8 m/s とする。

7 ${}^3_2\text{He}$ の核子 1 個当たりの結合エネルギーは何 MeV か。

- ㉞ 0.390 ㉟ 2.16 ㊱ 2.57 ㊲ 4.38 ㊳ 5.49

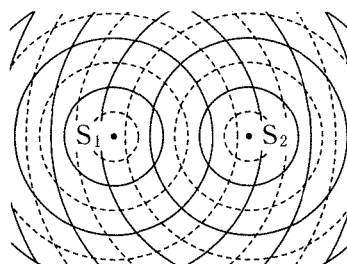
8 ${}^3_2\text{He}$ の質量欠損は何 kg か。

- ㉞ 3.84×10^{-30} ㉟ 7.79×10^{-30} ㊱ 9.76×10^{-30}
- ㊲ 1.37×10^{-29} ㊳ 1.83×10^{-29}

- 9 半減期 11 日で α 崩壊を起こす ^{223}Ra (質量数 223 のラジウム) は、体内でカルシウムと似た化学的挙動を示すため、カルシウムの取り込みが活発な骨に転移したがんを治療する放射性医薬品として用いられている。24 mg の ^{223}Ra が 33 日経過したとき、残っている ^{223}Ra は何 mg か。

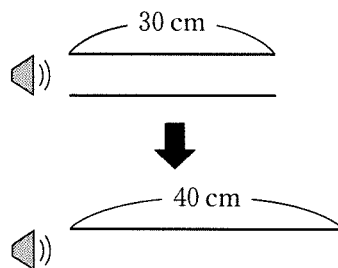
ア 1.0 イ 2.0 ウ 3.0 エ 4.0 オ 6.0

- 10 図のように、水面上で二つの波源 S_1 と S_2 から、同じ振幅、同じ波長の同位相の波が出て、波源を中心に円形の波紋が広がっている。図の実線はある瞬間における波の山の波面、破線は谷の波面を表している。以下の記述のうち間違っているものはどれか。



- ア 波源 S_1 と S_2 の間には、弱め合う点を連ねた線(節線)が偶数本ある。
 イ 波源 S_1 と S_2 の間には、強め合う点を連ねた線(腹線)が奇数本ある。
 ウ 腹線上で山と山が重なってできる大きな山の位置は時間が経過しても動かない。
 エ 節線と腹線は交わらない。
 オ 節線は双曲線になる。

- 11 図のように、長さを自由に変えることができる開管の一端の外側に小さなスピーカーを置き、一定の振動数 f_0 の音を出した。最初、管の長さを 30 cm にしたところ開管内の気柱が共鳴した。次に、管を徐々に長くしていくと、長さ 40 cm のときにはじめて気柱が共鳴した。 f_0 は何 Hz か。音速を 340 m/s とし、開口端補正は無視できるものとする。



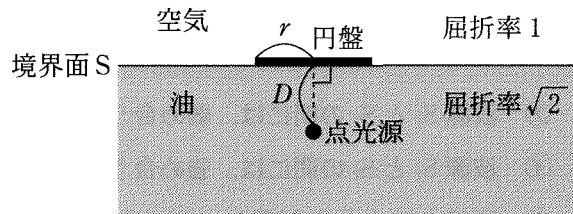
ア 850 イ 1100 ウ 1700 エ 3400 オ 6800

- 12 おんさ A と、振動数 470 Hz のおんさ B を同時に鳴らすと、5 秒間に 20 回のうなりが聞こえた。次に、B に針金を巻き付け振動しにくくすると、A との間のうなりの回数が増えた。A の振動数は何 Hz か。ただし、針金による振動数の変化の大きさは 5 Hz 以下とする。

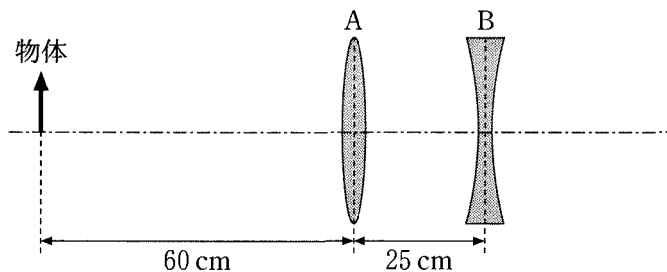
㉠ 450 ㉡ 466 ㉢ 470 ㉣ 474 ㉤ 490

- 13 図のように、屈折率 $\sqrt{2}$ の油と屈折率 1 の空気が水平な境界面 S で接しており、油の中には放射状に光を放つ点光源がある。光を通さない半径 r の薄い円盤を S 上に置き、光が空気中に出ないようにしたい。円盤の中心を点光源の鉛直上方、距離 D の位置に置くとき、 r はいくらより大きい必要があるか。

㉠ $\frac{D}{2}$ ㉡ $\frac{\sqrt{2} D}{2}$
 ㉢ D ㉣ $\sqrt{2} D$
 ㉤ $2D$

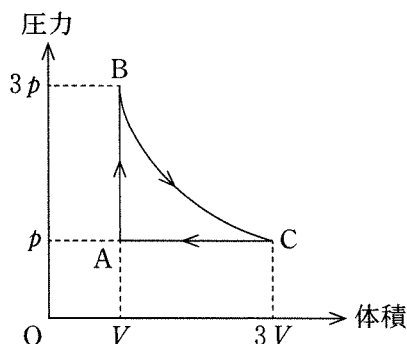


- 14 焦点距離の大きさがそれぞれ 20 cm と 10 cm の薄い凸レンズ A と薄い凹レンズ B がある。図のように、A と B を 25 cm 離して同じ光軸上に置き、レンズ A の前方 60 cm の位置に物体を置く。これら二つのレンズによってできる物体の像の位置は物体の位置から何 cm 離れているか。



㉠ 90 ㉡ 95 ㉢ 100 ㉣ 105 ㉤ 110

- 15 なめらかに動くピストンの付いたシリンダーの中に一定物質量の単原子分子理想気体が閉じ込められている。この気体を図のように、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ の順に図中の実線に沿ってゆっくり変化させる。 $A \rightarrow B$ は定積変化、 $B \rightarrow C$ は等温変化、 $C \rightarrow A$ は定圧変化である。このサイクルを熱機関とみなしたときの熱効率はいくらか。ただし、 $B \rightarrow C$ の等温変化で気体が吸収した熱量を $Q (> 0)$ とする。



- ㉞ $\frac{Q - pV}{Q + pV}$ ㉟ $\frac{Q - 2pV}{Q + pV}$ ㊱ $\frac{Q - pV}{Q + 2pV}$
 ㊲ $\frac{Q - pV}{Q + 3pV}$ ㊳ $\frac{Q - 2pV}{Q + 3pV}$

次の文章を読み、以下の問い(問題16, 17)に答えよ。

断熱材で囲まれた容器に100 gの水が入っており、全体の温度は10℃であった。そこに70℃の水50 gを加えたところ、全体の温度が24℃で熱平衡に達した。次に、この中へ70℃にあたためた300 gの鉄球を入れた。水の比熱を4.2 J/(g・K)、鉄の比熱を0.45 J/(g・K)とし、熱の移動は水と容器と鉄球の間でのみ起こったものとする。また、比熱の温度依存性は無視できるものとする。

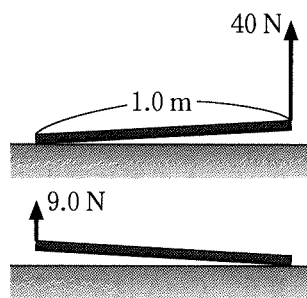
- 16 容器の熱容量は何 J/K か。

- ㉞ 240 ㉟ 270 ㊱ 300 ㊲ 330 ㊳ 360

- 17 鉄球を入れた後、熱平衡に達したときの全体の温度は何℃ か。

- ㉞ 30 ㉟ 35 ㊱ 40 ㊲ 45 ㊳ 50

- 18 密度が不均一な長さ 1.0 m の棒が水平面に置かれている。図のように、この棒の一端に鉛直上向きの力を加えて少し持ち上げた状態を保つには 40 N の力を必要とした。また、もう一端を鉛直に少し持ち上げた状態を保つには 9.0 N の力を必要とした。棒の質量は何 kg か。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

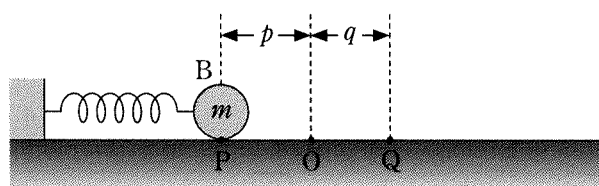


- ㉞ 5.0 ㉟ 8.0 ㊱ 10 ㊲ 12 ㊳ 15
- 19 天体の表面から打ち上げられた物体が、その天体の引力を受けながらも、無限の遠方まで飛んでいくときの最小の初速度の大きさを脱出速度という。地球からの脱出速度は月からのその 4.7 倍であり、地球表面の重力加速度の大きさは月面のその 6.0 倍である。これらのデータから、地球の半径は月の半径の何倍と考えられるか。最も近いものを選べ。

- ㉞ 3.5 ㉟ 3.7 ㊱ 3.9 ㊲ 4.1 ㊳ 4.3

次の文章を読み、以下の問い(問題 20～25)に答えよ。

軽いばねの一端に質量 m の小球 B を取り付けて鉛直に吊り下げたところ、ばねは自然の長さ(自然長)から a だけ伸びて静止した。このばねと小球を、図のように、あらい水平面上に置き、ばねの他端を壁に固定する。点 O は、ばねが自然長のときの B の位置であり、点 P は、ばねが自然長から p だけ縮められたときの B の位置である。小球 B と水平面との間の静止摩擦係数と動摩擦係数をそれぞれ μ と μ' とし、重力加速度の大きさを g とする。



- 20 点 P に置かれた B を静かにはなしたところ、B は点 O をこえ、ばねの長さは自然長をこえた。この運動が起こるために p と μ' が満たすべき必要十分条件はどれか。

- ㉞ $p > \frac{1}{4}a\mu'$ ㉟ $p > \frac{1}{2}a\mu'$ ㊱ $p > a\mu'$
 ㊲ $p > 2a\mu'$ ㊳ $p > 4a\mu'$

- 21 点 P から運動を始めた B は点 O をこえた後、点 O から距離 q だけ進んだ点 Q で進行方向を変え、逆向きに進み始めた。この運動が起こるために μ が満たすべき必要十分条件はどれか。

- ㉞ $\mu < \frac{q}{2a}$ ㉟ $\mu < \frac{q}{a}$ ㊱ $\mu < \frac{p-q}{a}$
 ㊲ $\mu < \frac{p+q}{a}$ ㊳ $\mu < \frac{p-q}{2a}$

22 前問の運動が起こるとき、 μ' はいくらか。

$\text{㉞} \frac{q}{2a}$
 $\text{㉟} \frac{q}{a}$
 $\text{㊱} \frac{p-q}{a}$
 $\text{㊲} \frac{p+q}{a}$
 $\text{㊳} \frac{p-q}{2a}$

23 Bが点Pから点Qまで運動する間に、Bの速さが最大となる点を点O'とする。

点Pと点O'の間の距離はいくらか。

$\text{㉞} p-q$
 $\text{㉟} q$
 $\text{㊱} \frac{p+q}{2}$
 $\text{㊲} p$
 $\text{㊳} p+\frac{q}{2}$

24 点O'でのBの速さはいくらか。

$\text{㉞} p\sqrt{\frac{g}{a}}$
 $\text{㉟} \frac{p-q}{2}\sqrt{\frac{g}{a}}$
 $\text{㊱} \frac{p+q}{2}\sqrt{\frac{g}{a}}$
 $\text{㊲} (p-q)\sqrt{\frac{g}{a}}$
 $\text{㊳} (p+q)\sqrt{\frac{g}{a}}$

25 Bが点Pから点Qまで運動するのに要する時間はいくらか。

$\text{㉞} \pi\sqrt{\frac{a}{g}}$
 $\text{㉟} \pi\sqrt{\frac{a+p}{g}}$
 $\text{㊱} \pi\sqrt{\frac{a+q}{g}}$
 $\text{㊲} \pi\sqrt{\frac{p-q}{g}}$
 $\text{㊳} \pi\sqrt{\frac{p+q}{g}}$

